







SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

ACTA  
BOTANICA FENNICA

6-7

Viikin tiedekirjasto  
Vetenskapliga biblioteket i Vik  
Viikki Science Library  
HELSINGIN YLIOPISTO

HELSINGFORSIAE 1930





ACTA BOTANICA FENNICA 6

EDIDIT

SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

# PERMEABILITÄTSSTUDIEN AN CHARA CERATOPHYLLA

I. DIE NORMALE ZUSAMMENSETZUNG DES ZELLSAFTES

VON

RUNAR COLLANDER

HELSINGFORSIAE 1930



HELSINGFORS

1 9 3 0

DRUCK VON A.-B. F. TILGMANN

## 1. Einleitung.

Bekanntlich werden zur Bestimmung der Protoplasmapermeabilität hauptsächlich indirekte Verfahren benutzt. Dieselben sind mit zahlreichen Fehlerquellen behaftet, deren Einfluss auf die Versuchsergebnisse oft schwer zu beurteilen ist. Die Zuverlässigkeit der verschiedenen Methoden und der mit ihrer Hilfe gewonnenen Resultate wird daher von den einzelnen Forschern sehr ungleich bewertet.

Ein weiterer Mangel der gebräuchlichsten Methoden zur Bestimmung der Zellpermeabilität liegt darin, dass es meistens schwierig oder sogar unmöglich ist, mit ihrer Hilfe die Grösse der Durchlässigkeit *quantitativ* festzustellen.

So kommt es denn, dass auf dem Gebiete der Permeabilitätsforschung noch immer ein ausgesprochener Mangel an sicher festgestellten, präzisen Daten herrscht — trotz der fast unheimlich grossen Zahl der auf die Zellpermeabilität sich beziehenden Veröffentlichungen.

Es wäre also zweifellos von grosser Bedeutung, wenn es gelänge, wenigstens an einzelnen Objekten eine grössere Zahl von quantitativen Permeabilitätsbestimmungen durchzuführen, deren Zuverlässigkeit soweit möglich über jeden Zweifel erhoben wäre. Und zwar wäre es ebenso wichtig, die Veränderung der Permeabilität unter Einwirkung der verschiedensten Faktorenkonstellationen messend festzustellen, wie auch die »normale« Permeabilität der betreffenden Protoplasten für eine möglichst grosse Zahl verschiedenartiger Moleküle und Ionen quantitativ zu bestimmen. Durch eine solche Untersuchung wäre für die Theorie der Protoplasmapermeabilität eine sichere Grundlage geschaffen, die ihr heute noch fehlt.

Fragt man sich, mittelst welcher Methode diese zur Sanierung der Permeabilitätsforschung nötigen Tatsachen festzustellen wären, so braucht man, wie mir scheint, nicht lange zu zweifeln, welchem Verfahren der Vorzug zu geben ist. Es gibt nämlich ein Verfahren, das sowohl hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Eindeutigkeit seiner Ergebnisse wie auch in bezug auf seine vielseitige Anwendbarkeit geradezu eine Ausnahmestellung unter den Permeabilitätsbestimmungsmethoden einnimmt. Es ist dies die zuerst wohl von WODENHOUSE (1917) und OSTERHOUT (1922a) vorgeschlagene Methode, einzelne grosse Zellen in Lösungen der zu prüfenden Stoffe einzulegen und nach dem Verlauf



bestimmter Zeitabschnitte durch chemische Analyse ihres Zellsaftes die eingedrungenen Stoffmengen quantitativ zu bestimmen. Trotzdem auch bei dieser Methode gewisse später zu besprechende Fehlerquellen in Frage kommen können, kann man wohl doch sagen, dass dieses Verfahren (mit gewissen Kontrollversuchen anderer Art kombiniert) sowohl die Bestimmung der in gegebenen Zeitabschnitten aufgenommenen Stoffmengen wie auch die Feststellung der Grösse des Diffusionsgefälles zwischen Aussenlösung und Zellsaft in wesentlich sichrerer Weise ermöglicht, als dies bei den meisten anderen Permeabilitätsbestimmungsmethoden der Fall ist. Es lassen sich somit in dieser Weise die Permeationskonstanten verhältnismässig genau und sicher bestimmen. Ein weiterer grosser Vorzug dieser Methode ist, dass sie das Permeiervermögen der verschiedenartigsten Stoffe — Nichtelektrolyte, Salze, Säuren, Basen und Farbstoffe — in prinzipiell gleicher Weise zu untersuchen gestattet, während die meisten übrigen Verfahren bloss einen Vergleich unter sich gleichartiger Verbindungen ermöglichen.

Leider lässt sich diese sonst fast ideale Methode nur im Falle extrem grosser Zellen anwenden. Von pflanzlichen Objekten kommen daher hauptsächlich nur die Zellen oder richtiger Coenocyten von einigen *Siphonocladiales* und Charophyten für derartige Versuche in Betracht. Dabei kann man natürlich nicht im voraus wissen, inwieweit die Permeabilitätseigenschaften dieser eigenartigen »Zellen« mit denjenigen gewöhnlicher Pflanzen- und Tierzellen übereinstimmen. Die grossen Vorzüge der in Frage stehenden Methode lassen es immerhin als eine dringende Aufgabe erscheinen, die wenigen Objekte, welche derartige Bestimmungen erlauben, möglichst gründlich in dieser Hinsicht auszunützen. Es scheint mir nämlich augenblicklich beinahe wichtiger zu sein, die Permeabilitätseigenschaften *eines* Objektes genau und sicher festzustellen, als diejenige von zehn oder zwanzig Objekten mittelst der bisher üblichen ungenauen und nicht völlig einwandfreien Methoden zu untersuchen.

Von derartigen Erwägungen geleitet, habe ich mich nach mir zugänglichen Objekten, die für Permeabilitätsbestimmungen der oben angedeuteten Art geeignet wären, umgesehen. Dabei hatte ich das Glück, ein Objekt zu finden, das, soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, als recht günstig bezeichnet werden kann, nämlich die grossen vielkernigen Zellen (Coenocyten) der Blätter von *Chara ceratophylla* Wallr. Ich hoffe, die Permeabilitätseigenschaften dieser Zellen im Laufe der Jahre zusammen mit einigen Mitarbeitern von verschiedenen Gesichtspunkten aus untersuchen zu können.

Gewissermassen als Einleitung zu der geplanten Reihe von »Permeabilitätsstudien an *Chara ceratophylla*« erscheint hier eine Untersuchung über die normale Zusammensetzung des Zellsaftes von unserem Versuchsobjekt. Die eigentlichen Permeabilitätsprobleme werden zwar in diesem ersten Teil recht wenig direkt berührt werden. Doch wird die Kenntnis der normalen Zusam-

mensetzung des Zellsaftes unseres Objektes für die später folgenden Permeabilitätsuntersuchungen wichtig sein, so dass hierdurch die Einordnung auch des vorliegenden Teiles unter die gemeinsame Rubrik der »Permeabilitätsstudien« zu rechtfertigen sein dürfte.

Ausserdem bietet ja die Ermittlung der Zusammensetzung des Zellsaftes und ihr Vergleich mit der Zusammensetzung des umgebenden Mediums schon an sich ein nicht ganz unerhebliches Interesse, da ein solcher Vergleich bisher bloss für ganz wenige Objekte durchgeführt worden ist.

## 2. Das Objekt.

*Chara ceratophylla* Wallr. (= *Ch. tomentosa* L.) kommt in seichten, gegen Wellenschlag geschützten Buchten des Finnischen Meerbusens oft massenhaft vor, gedeiht aber anderswo, z. B. in Mittel-Europa, auch in Süsswasser. Die Art ist sehr formenreich, doch scheinen die verschiedenen Formen ohne scharfe Grenzen ineinander überzugehen (vgl. MIGULA 1897). Bei der von mir benutzten Form waren die Blätter nur an ihrem Basalteil berindet. Ausnahmsweise wurden sogar vollkommen unberindete Blätter gefunden, die dann gewöhnlich aus einer einzigen grossen Zelle bestanden; ein solches Blatt ist links in Abb. 1 zu sehen, die eine Auswahl für die Versuche geeigneter Blätter darstellt. Der unberindete Spitzenteil der Blätter besteht aus Zellen, die bis etwa 1.8 mm dick und bis etwa 4 cm lang sind. Im allgemeinen ist bloss eine Zelle des Blattes so gross, dass sie mit Vorteil für die Versuche benutzt werden kann. Die meisten benutzten Zellen enthielten etwa 10–15 mm<sup>3</sup> Zellsaft. Ausnahmsweise wurden Zellen gefunden, die sogar 40 mm<sup>3</sup> Zellsaft enthielten.

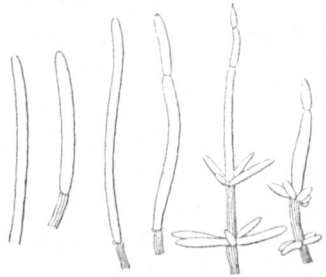


Abb. 1. Blätter von *Chara ceratophylla*. Natürliche Grösse.

Der Zellsaft wird von einem etwa 4–6  $\mu$  dicken<sup>1</sup> Protoplasmaschlauch umgeben, in dem man eine ruhende Hautschicht mit reihenweise angeordneten Chloroplasten und eine innere, in ununterbrochener Strömung begriffene chloroplastenfreie Schicht unterscheiden kann. Um den Plasmaschlauch herum liegt die nur etwa 5  $\mu$  dicke Zellwand. Von dem Totalvolumen der Zelle entfallen somit bloss etwa je 2 % auf die Zellwand und das Zytoplasma, während der ganze Rest, etwa 96 %, vom Zellsaft eingenommen wird.

<sup>1</sup> Gemessen an Zellen, die in PFEIFFER v. WELTHEIMS Gemisch (Methylalkohol+Holzessig+Formalin) fixiert waren.



Infolge des in ihnen herrschenden grossen Turgordruckes fühlen sich die Zellen sehr steif an. Die Zellwände sind kaum merklich mit Kalk inkrustiert.

Als Objekte für Permeabilitätsuntersuchungen betrachtet, bieten die in Rede stehenden Zellen von *Chara ceratophylla* u. a. folgende Vorteile:

1. Der Zellsaft lässt sich in später zu beschreibender Weise leicht in reinem Zustand und in für quantitative Mikroanalysen genügender Menge aus den Zellen isolieren.

2. Die Zellen sind nicht von anderen Zellen bedeckt, sondern können mit ihrer ganzen Oberfläche gelöste Stoffe aus der Umgebung aufnehmen. Da die Zellen nicht erst durch Schneiden freigelegt zu werden brauchen, kommt eine Beeinflussung der Zellpermeabilität durch Verwundung nicht in Frage.

3. Die die Protoplasten umgebende Zellwand ist dünn und nicht merklich kutinisiert und dürfte somit für gelöste Stoffe leicht durchlässig sein.

4. Infolge der annähernd zylindrischen Form der Zellen lässt sich die Flächengrösse der Protoplasten leicht bestimmen. Die Permeiergeschwindigkeit und die Permeabilität können also leicht auf die Flächeneinheit bezogen werden.

5. Während für die Zellen von Landpflanzen jede wässrige Lösung ein abnormes Medium darstellt, sind die *Chara*-Zellen gewohnt, in einem wässrigen Medium zu leben.

6. Die in den Zellen stattfindende Plasmarotation bietet ein geeignetes Kriterium für den Lebenszustand der Zellen.

7. Der beträchtliche osmotische Wert des Zellsaftes (vgl. S. 11) ermöglicht das Einlegen der Zellen in verhältnismässig konzentrierte Lösungen, ohne dass Plasmolyse zu befürchten ist.

8. Da der Zellsaft arm an Eiweissstoffen und sonstigen organischen Verbindungen ist (vgl. S. 10 f.), kommen Adsorptionsvorgänge im Zellsaft wenig in Betracht. Auch der »nichtlösende Raum« des Zellsaftes ist offenbar recht gering. Diese beiden Umstände erleichtern die Berechnung der Grösse des Diffusionsgefälles zwischen Aussenlösung und Zellsaft.

9. Als Komplettierung und Kontrolle der Versuche, in denen die permeierten Stoffmengen durch Untersuchung des *Zellsaftes* bestimmt werden, können leicht Versuche ausgeführt werden, in denen umgekehrt durch Untersuchung der *Aussenlösung*, in der die Zellen eine bestimmte Zeit verweilt haben, festgestellt wird, wieviel aus der Aussenlösung verschwunden ist. Es ist für derartige Versuche von Bedeutung, dass die Zellwand im Verhältnis zum totalen Zellvolumen sehr dünn ist, dass keine Interzellularräume vorhanden sind und dass der Lebenszustand jeder einzelnen Zelle vor und nach dem Versuch kontrolliert werden kann.

### 3. Die Zellsaftanalysen.

Um den Zellsaft einer grossen Blattzelle von *Chara* zu entnehmen, entfernt man am besten zuerst die an der äussersten Spitze des Blattes eventuell vorhandenen kleineren Zellen, was mittelst einer knickenden Bewegung leicht gelingt. Die Zelle wird dann an einem Stück Filtrierpapier sorgfältig abgetrocknet. Von einem Abspülen der Zellen mit destilliertem Wasser wurde dagegen abgesehen, nachdem es sich gezeigt hatte, dass alle untersuchten Ionen im Zellsaft in grösserer Konzentration als im Meerwasser vorkommen. Man stützt dann die Spitze der Zelle gegen die Oberfläche eines sauberen Objektträgers und sticht sie mit einer scharfen Nadel auf. Dabei kommt es nicht ganz selten vor, dass ein Teil des Zellsaftes unter dem Einfluss des Turgordruckes mehrere cm weit verspritzt wird und so verloren geht. Der Rest des Zellsaftes wird teils vom Objektträger und teils direkt aus der Zelle, auf die man mit den Fingern einen gelinden Druck ausübt, in eine Kapillarpipette eingesaugt, wobei man es nach Möglichkeit vermeidet, durch einen allzu starken Druck auch das Zytoplasma aus der Zelle herauszuquetschen. Die Pipette hält man dabei am besten in schwach geneigter Lage, die Spitze schief nach aufwärts gerichtet, in einem Stativ eingeklemmt. Die Flüssigkeit tritt dann unter Einwirkung der Kapillar- und Schwerkraft ohne besondere Saugung in die Pipette über. Selbstverständlich müssen alle diese Operationen möglichst schnell ausgeführt werden, um eine Konzentrationserhöhung durch Verdunstung nach Möglichkeit auszuschliessen.

Der in dieser Weise gewonnene Zellsaft enthält fast immer einzelne Chloroplasten und andere feste Protoplasmabestandteile. Diese können durch Zentrifugieren entfernt werden, besonders wenn es sich um etwas grössere Zellsaftmengen handelt. Kleinere Portionen des Zellsaftes können leicht und ohne grosse Verluste durch Filtrieren gereinigt werden, indem man den Saft, der sich in einer beiderseits offenen Glasröhre befindet, durch ein etwa 4 mm<sup>2</sup> grosses Papierfilterchén in eine saubere Kapillarpipette herübersaugt. Der so gereinigte Zellsaft ist vollkommen klar und von schwach gelblicher Farbe.

Die ersten für die Zellsaftanalysen benutzten Zellsaftmengen (etwa 3 ccm) wurden Mitte August 1928 an der Zoologischen Station Tvärminne (gelegen etwa 100 km WSW von Helsingfors) gesammelt und in drei kleinen, mit sorgfältig paraffinierten Glasstöpseln versehenen Glasfläschchen aufbewahrt, bis die Analysen im Mai und Juni 1929 vorgenommen wurden. Eine der Proben war, um die Entwicklung von Mikroorganismen im Zellsaft zu verhüten, mit 0.1 ccm Äthyläther versetzt. Die beiden anderen Gläschen zeigten eine leichte Trübung des anfänglich klaren Inhalts.

Das weitere Analysenmaterial wurde aus Pflanzen gewonnen, welche in der Zeit 1.—31. Juli 1929 in unmittelbarer Nähe von Helsingfors (in einer

Bucht bei Drumsö, Ennäsudd) eingesammelt wurden. (Nur die eine Sulfat- sowie sämtliche Stickstoff- und Reduktionsbestimmungen beziehen sich auf Material, das an einem anderen Standort, gleichfalls in unmittelbarer Nähe von Helsingfors, eingesammelt wurde.) Die Pflanzen wurden höchstens etwa 8 Tage im Laboratorium entweder im natürlichen Standortswasser oder in künstlichem Meerwasser von 5 ‰ Salzgehalt aufbewahrt und der Zellsaft diesmal immer frisch oder höchstens nach ein- bis zweitägigem Stehen analysiert. Eine Trübung des Zellsaftes kam nicht vor.

Selbstverständlich wurden immer nur gesund aussehende, stark turgeszente Zellen zur Gewinnung des Zellsaftes benutzt.

Als Analysemethoden wurden hauptsächlich die von PINCUSSEN (1928) empfohlenen Mikroverfahren benutzt, teilweise unter Bezugnahme auf die in der Zeitschriftenliteratur enthaltenen Originalbeschreibungen. Es wurde K nach KRAMER und TISDALL, Na nach vorheriger Ausfällung des Magnesiums und des Calciums nach BALINT, Ca und Mg nach PINCUSSEN, Cl teils nach BANG und teils durch Titration nach VOLHARD,  $\text{SO}_4$  nach DENIS und REED,  $\text{PO}_4$  nach BELL und DOISY und  $\text{NO}_3$  nach der Phenol-Schwefelsäuremethode von GRANDVAL und LAJOUX bestimmt. Durch gleichzeitige Analyse von Lösungen bekannter Zusammensetzung und ähnlicher Konzentration wie der Zellsaft wurde kontrolliert, dass keine ganz groben Fehler hinsichtlich der Ausführung der Analysen vorkamen. Doch sind Fehler bis zu etwa 10 % manchmal nicht ausgeschlossen.

Eine Übersicht der anorganischen Bestandteile des Zellsaftes verglichen mit der Zusammensetzung des umgebenden Meerwassers gibt Tabelle I. Alle Konzentrationsangaben darin sind in Milliäquivalent pro Liter ausgedrückt. Die fettgedruckten Mittelwerte und die Konzentrationsverhältniszahlen (Zellsaft:Meerwasser) beziehen sich bloss auf Analysen von Helsingforscher *Chara*-Material.

Die in der Tabelle enthaltenen Angaben über die Zusammensetzung des Meerwassers bedürfen einiger Erläuterungen: Der Salzgehalt des Wassers im Finnischen Meerbusen ist ziemlich beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Das Minimum des Salzgehaltes wird gewöhnlich im Frühjahr erreicht. Im Laufe des Sommers steigt dann der Salzgehalt unter zahlreichen unregelmässigen Schwankungen allmählich an. (Soweit bisher bekannt, betrifft die Variation in erster Linie den *totalen* Salzgehalt, wogegen das *Verhältnis* der Konzentrationen von Cl,  $\text{SO}_4$ , Na, K und Mg zueinander verhältnismässig konstant bleiben dürfte.) Um einen Begriff von der Grösse der Schwankungen der Salzkonzentration am *Chara*-Standort bei Drumsö während der betreffenden Vegetationsperiode zu bekommen, wurden zu vier verschiedenen Zeitpunkten Wasserproben dicht an den *Chara*-Pflanzen geschöpft, und zwar mit einer Flasche, die etwa 20 cm über dem Meeresboden geöffnet wurde. Diese Proben wurden der Chlortitration unterworfen und aus den gefundenen Cl-Gehalten die Gesamt-

Tabelle I.

*Zusammensetzung des Zellsaftes von Chara ceratophylla verglichen mit derjenigen des Meerwassers.*

	Zellsaft aus					Meerwasser	Konzentrationsverhältnis $\frac{\text{Zellsaft}}{\text{Meerwasser}}$
	Tvärminne	Helsingfors			Mittel		
K	87	82	84	99	88	1.4	63
Na	165	140	143		142	60	2.4
Ca	11	10	11		10.5	3.6	2.9
Mg	28	31			31	13	2.4
Cl	216	224	225	227	225	73	3.1
SO <sub>4</sub>		7.0	8.5		7.8	5.6	1.4
NO <sub>3</sub>		0.3	0.5		0.4	ca. 0.005	ca. 80
PO <sub>4</sub>	4	3.9	4.1	4.2	4.1	Spuren	> 400 (?)

salzkonzentrationen mittelst der Formel von KNUDSEN ( $S = 0.030 + 1.805 \text{ Cl}$ ) berechnet. Das Ergebnis war:

Datum der Probeentnahme	Cl <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	Salzgehalt <sup>0</sup> / <sub>00</sub>
23. 5. 1929	2.21	4.02
19. 6. 1929	2.59	4.68
1. 7. 1929	2.59	4.68
31. 7. 1929	2.74	4.97

Am 23. Mai, als die erste Wasserprobe genommen wurde, hatte die Entwicklung der *Chara* noch nicht angefangen. Am 19. Juni waren dagegen schon etwa 10 cm lange Sprosse aus den Knoten der vorjährigen Sprosse entstanden. Später als bis Ende Juli brauchten die Veränderungen der Salzkonzentration nicht verfolgt zu werden, da die letzten Zellsaftanalysen zu dieser Zeit ausgeführt wurden.

Die in der Tabelle I unter der Bezeichnung »Meerwasser« gegebenen Analysenresultate beziehen sich auf eine Wasserprobe, die am 1. Juli 1929 am *Chara*-Standort bei Drumsö geschöpft und in derselben Weise wie die Zellsaftproben analysiert wurde. Ein Vergleich dieser Analysenresultate mit den von FORCHHAMMER (1859) ausgeführten Analysen von Wasserproben aus dem Finnischen Meerbusen zeigt, dass die von uns gefundenen relativen, d. h. auf den gleichzeitigen Cl-Gehalt bezogenen K-, Ca- und Mg-Konzentrationen ungefähr mit den von Forchhammer mitgeteilten übereinstimmen, wogegen der von uns gefundene relative SO<sub>4</sub>-Gehalt etwas niedriger ausgefallen ist. Die in der Tabelle angegebene Nitratkonzentration des Meerwassers ist nur als eine grobe Approximation zu betrachten.

Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. KURT BUCH enthält normales Meerwasser des Finnischen Meerbusens weniger als 0.01 Milliäquivalent Phos-

phat pro Liter. Danach wäre die Phosphatkonzentration des Zellsaftes mehr als 400 mal so gross wie diejenige des Meerwassers.

Nach Analysen des hiesigen Instituts für Meeresforschung schwankte im Sommer 1928 (Mitte Mai—Mitte August) der Salzgehalt des Meerwassers bei Tvärminne zwischen 4.4 und 6.4 ‰.

Die gefundene Totalkonzentration der Anionen im Zellsaft beträgt bloss etwa 88 % der Gesamtkonzentration der Kationen. Es ist schwer zu sagen, inwieweit dieses scheinbare Defizit an Anionen auf Analysenfehler zurückzuführen ist und inwieweit es auf dem Vorkommen von organischen Anionen, auf die nicht geprüft wurde, beruht.

Aus der letzten Spalte der Tabelle I geht hervor, dass alle untersuchten Ionen in grösserer Konzentration im Zellsaft als im umgebenden Meerwasser vorkommen. Na, Mg, Ca und Cl sind etwa zwei- bis dreimal reichlicher im Zellsaft als im Meerwasser vorhanden. Noch beträchtlich stärker wird das Kalium gespeichert, dessen Konzentration im Zellsaft seine Konzentration im Meerwasser um mehr als das 60-fache übertrifft. Auch die im Meerwasser nur spurenweise vorkommenden Nitrat- und Phosphationen werden offenbar sehr stark im Zellsaft angereichert, obwohl die für diese Ionen angegebenen Proportionalitätsfaktoren keinen Anspruch auf Genauigkeit machen können. Relativ am schwächsten (nur etwa 1.4 mal) wird das Sulfation konzentriert.

Der pH-Wert des Zellsaftes wurde mittelst Bromthymolblau und Chlorphenolrot öfters bestimmt. Ohne Korrektion für den Salzfehler des Indikators oder für die schwach gelbliche Eigenfarbe des Zellsaftes ergaben sich dabei Werte, die nur wenig um 5.8 bis 5.9 herum schwankten. Das pH des Meerwassers bei Helsingfors beträgt etwa 7.7—8.2. Die H-Ionenkonzentration des Zellsaftes ist also rund 100 mal grösser als diejenige des Meerwassers.

Der Trockensubstanzgehalt einer Zellsaftprobe wurde zu 1.8 % und ihr Glührückstand zu 1.5 % bestimmt. Danach würde der Gehalt des Zellsaftes an organischen Verbindungen 0.3 % betragen. Tatsächlich kann die Menge der organischen Verbindungen kleiner gewesen sein, da sich beim Glühen des Trockenrückstandes auch ein Teil der anorganischen Bestandteile verflüchtigt haben dürfte.

Einen gewissen Begriff von dem Gehalt des Zellsaftes an organischen Bestandteilen geben auch die Bestimmungen seines Gehaltes an Stoffen, welche imstande sind, Kaliumbichromat in Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure zu reduzieren. Zahlreiche derartige von Dr. BÄRLUND ausgeführte Bestimmungen ergaben, dass das Reduktionsvermögen des Zellsaftes grossen Schwankungen unterworfen ist, indem 1 ccm Zellsaft zwischen 1.3 und 7.0 ccm 0.1 norm.  $K_2Cr_2O_7$ -Lösung entspricht. (Der Saft von frisch aus dem Meere geholten Pflanzen verbrauchte gewöhnlich mehr  $K_2Cr_2O_7$  als der Saft von Exemplaren, die einige Zeit im Laboratorium aufbewahrt waren.) Zum Ver-



gleich sei erwähnt, dass 1 ccm einer 0.01 molaren (= 0.18-prozentigen) Traubenzuckerlösung etwa 2.4 ccm 0.1 norm.  $K_2Cr_2O_7$ -Lösung entspricht. Doch beruht das Reduktionsvermögen des Zellsaftes nicht allein auf seinem Gehalt an organischen Verbindungen. Vielmehr zeigte es sich, dass auch der unten genannte künstliche Zellsaft, der keine organischen Bestandteile enthält, pro ccm etwa 0.7 ccm  $K_2Cr_2O_7$ -Lösung verbraucht, was zweifellos auf seinen Chloridgehalt zurückzuführen ist.

Der durch Mikrokjeldahlbestimmung ermittelte Gesamtstickstoffgehalt des Zellsaftes (ausschliesslich des Nitrastickstoffes) schwankte bei verschiedenen Zellsaftproben (zahlreiche solche wurden untersucht) zwischen 0.004 und 0.015 %. Wenn die gesamte N-Menge als Eiweiss-N betrachtet wird, würde sich hieraus der Eiweissgehalt des Zellsaftes zu 0.025—0.094 % berechnen. Tatsächlich trübte sich der ursprünglich klare Zellsaft bei Zusatz von Phosphormolybdänsäurelösung nur sehr schwach, nicht mehr als eine mit demselben Reagenz versetzte 0.02-prozentige Gelatinelösung. (Die Gelatine war in künstlichem Zellsaft gelöst.)

Das spezifische Gewicht des Zellsaftes (bei 20° C und bezogen auf Wasser von 4°) wurde bei drei verschiedenen Zellsaftproben zu 1.0090, 1.0095 und 1.0109 bestimmt. Zum Vergleich wurde das spezifische Gewicht eines künstlichen Zellsaftes bestimmt, der durch Auflösen von 0.120 GM Natriumchlorid, 0.0846 GM Kaliumchlorid, 0.0115 GM Magnesiumchlorid, 0.0039 GM Magnesiumsulfat, 0.0053 GM Calciumchlorid und 0.0004 GM  $NaNO_3$  sowie Zufügen von 20.5 ccm eines m/15 Phosphatgemisches nach Sørensen (pH = 5.8) pro Liter hergestellt wurde. (Da die Kationen und Anionen bei den Zellsaftanalysen nicht in genau äquivalenten Mengen vorgefunden wurden, konnte der künstliche Zellsaft selbstverständlich nicht genau den Analyseergebnissen entsprechend bereitet werden.) Das spezifische Gewicht des künstlichen Zellsaftes wurde gleich 1.0092 gefunden. Die Bestimmungen wurden mittelst einer kürzlich beschriebenen Mikromethode (COLLANDER 1929) ausgeführt.

Der osmotische Wert des Zellsaftes wurde einmal durch Plasmolyse in Calciumchloridlösungen abgestufter Konzentration ermittelt. Die plasmolytische Grenzkonzentration wurde dabei gleich 0.17 GM  $CaCl_2$  gefunden.

Schliesslich wurde noch die elektrische Leitfähigkeit des Zellsaftes bestimmt und mit derjenigen des künstlichen Zellsaftes sowie mit derjenigen des Meerwassers verglichen. (Benutzt wurde eine Meerwasserprobe von 4.97 ‰ Salzgehalt, die am 31. VII. 1929 am *Chara*-Standort bei Drumsö geschöpft war.) Es wurden bei 20°C folgende Werte erhalten:

	Spezifischer Widerstand
Natürlicher Zellsaft .....	44.8 ohm
Künstlicher » .....	43.1 »
Meerwasser .....	127.3 »

Die Leitfähigkeit des natürlichen Zellsaftes war also um kaum 4 % kleiner als diejenige des künstlichen Zellsaftes, dagegen fast dreimal grösser als diejenige des Meerwassers.

#### 4. Besprechung.

Das eindrucksvollste Ergebnis der obigen Analysen ist wohl die Feststellung, dass sämtliche untersuchte Ionen im Zellsaft in bedeutend höherer Konzentration als im umgebenden Meerwasser vorkommen. Bedeutungsvoll ist dabei vor allem, dass die Ionen im Zellsaft tatsächlich in freibeweglichem Zustande vorhanden sind und nicht etwa an Kolloiden adsorbiert oder sonstwie gebunden vorkommen. Dies geht nicht nur aus der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des Zellsaftes hervor, sondern folgt mit ziemlicher Sicherheit auch schon aus dem Umstand, dass der Zellsaft so arm an Eiweiss und anderen organischen Verbindungen ist, dass eine Bindung der Ionen an diese organischen Bestandteile a priori höchst unwahrscheinlich ist. (Der Zellsaft enthält, wie vorhin angegeben, etwa 1.5 % Salze, dagegen höchstens etwa 0.3 % organische Bestandteile und darunter weniger als 0.1 % Eiweiss.) In dieser Hinsicht stimmen also unsere Befunde an *Chara* mit den früheren Feststellungen von HOAGLAND und DAVIS (1923—1929) an *Nitella* gut überein.

Es fragt sich nun, wie der beobachtete Konzentrationsunterschied zwischen dem Zellsaft und dem umgebenden Meerwasser zustandekommt.

Zunächst wäre vielleicht die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass die im Zellsaft vorkommenden Salze nicht aus dem umgebenden Meerwasser aufgenommen wären, sondern durch Vermittlung der Rhizoiden aus dem Bodenschlamm, wo die Konzentration wenigstens einiger Ionen eventuell bedeutend grösser als im Meerwasser sein könnte. Diese Möglichkeit wird besonders durch die Versuche von BIERBERG (1908) und von VOUK und BENZINGER (1929) nahegelegt, aus denen ja hervorgeht, dass die Rhizoiden eine bedeutende Rolle bei der Nahrungsaufnahme der Charophyten spielen. Es wurde deshalb folgender Versuch ausgeführt:

In vier Diffusionshülsen aus Pergamentpapier (Schleicher & Schüll N:o 579) wurden je 8—10 g des von *Chara*-Rhizoiden durchsetzten Schlammes vom *Chara*-Standort bei Drumsö eingefüllt. Die Hülsen wurden in kurze Reagenzgläser eingeführt, in denen sich 3—4 cm der folgenden mit Thymol gesättigten Lösungen befand: Glas I künstlicher Zellsaft von oben (S. 11) angegebener Zusammensetzung, Glas II dieselbe Lösung 2-fach verdünnt, Glas III künstlicher Zellsaft 4-fach verdünnt und Glas IV künstlicher Zellsaft 8-fach verdünnt. Nachdem die Gläser gut verschlossen 4 Tage gestanden hatten, wurde die Aussenlösung in jedem Glase in bezug auf Cl und K analysiert. Dabei wurden die unten angegebenen Konzentrationen (in Milliäquivalent pro Liter ausgedrückt) gefunden:

	Glas I		Glas II		Glas III		Glas IV	
	Cl	K	Cl	K	Cl	K	Cl	K
anfangs	238	88	119	44	60	22	30	11
nach 4 Tagen	134	23	95	11	78	6	70	4

Aus diesem Versuch geht hervor, dass der Bodenschlamm in Gleichgewicht steht mit einer Lösung, deren Cl-Konzentration kleiner als 95 und deren K-Konzentration kleiner als 4 Milliäquivalent pro Liter ist. Im Zellsaft ist ja dagegen die Cl-Konzentration durchschnittlich gleich 225 und die K-Konzentration gleich 88 Milliäquivalent pro Liter. Man sieht also, dass nicht nur im Meerwasser, sondern auch in dem Schlamm, aus dem die *Chara*-Rhizoiden Nahrung aufnehmen, die Konzentration der untersuchten Ionen viel niedriger als im Zellsaft ist.

Man könnte nun vielleicht annehmen, dass die Speicherung der anorganischen Salze in prinzipiell ähnlicher Weise wie die seit PFEFFER bekannte Speicherung basischer Farbstoffe in lebenden Zellen geschehe. Nach den bisherigen Untersuchungen zu urteilen, kann die vitale Farbstoffspeicherung im Zellsaft auf zwei wesentlich verschiedene Weisen erfolgen. Bisweilen werden die Farbstoffe an irgendwelche organische Kolloide gebunden (z. B. SCARTH 1926). Diese Erklärungsmöglichkeit kommt, wie gesagt, für die Salzspeicherung in den *Chara*-Zellen kaum in Betracht. In anderen Fällen scheint die Speicherung der basischen Farbstoffe dadurch zustandezukommen, dass die leicht permeierenden Farbstoffbasen als undissoziierte Moleküle in den Zellsaft eindringen und hier unter Bildung permeierunfähiger Ionen dissoziieren (z. B. IRWIN 1926). In analoger Weise können Ionen auch in einer aus Kollodium hergestellten »künstlichen Zelle« angereichert werden (NORTHROP 1929). Es ist in der Tat kaum zu bezweifeln, dass  $\text{NH}_4$ -Ionen eben auf diesem Wege im Zellsaft der *Chara*-Zellen angereichert werden, obwohl infolge der äusserst geringen  $\text{NH}_3$ -Konzentration des Meerwassers auch die  $\text{NH}_4$ -Ionenkonzentration des Zellsaftes recht niedrig bleibt. Was aber die übrigen Ionen des *Chara*-Zellsaftes betrifft, ist es ziemlich schwer einzusehen, in Form von welchen Molekülen sie aus dem Meerwasser ins Zellinnere eindringen könnten. Es ist also jedenfalls nicht wahrscheinlich, dass die Salzanreicherung im Zellsaft analog der vitalen Farbstoffspeicherung zu erklären ist.

Wie findet aber dann der Transport der Ionen aus der verdünnteren Ausenlösung in den konzentrierteren Zellsaft statt? Unsere bisherigen Kenntnisse reichen nicht aus, um diese Frage sicher zu beantworten. Wir müssen uns deshalb hier damit begnügen, einige Möglichkeiten kurz anzudeuten.

Eine Erklärungsmöglichkeit ergibt sich aus gewissen neueren Erwägungen und Befunden der Kieler physiologischen Schule. Wie NETTER (1928) hervorhebt, müssen im Zellstoffwechsel gebildete H-Ionen bei selektiver Kationenpermeabilität der Plasmahaut teilweise gegen permeierfähige Kationen der

Aussenlösung ausgetauscht werden, wodurch eine Speicherung der letztgenannten Ionen im Zellinnern zustandekommt.<sup>1</sup> Bei selektiver Anionenpermeabilität könnten in entsprechender Weise im Stoffwechsel gebildete Anionen gegen im Aussenmedium vorhandene Anionen ausgetauscht werden. HÖBER (R. und J. HÖBER 1928, HÖBER und HOFFMANN 1928) denkt sich nun ferner die Möglichkeit, die Plasmahaut (von *Valonia macrophysa*) wäre so aufgebaut, dass sie ein Mosaik selektiv kationenpermeabler und selektiv anionenpermeabler Flächenstücke bildet. Dies angenommen, liesse sich denken, dass sowohl die Kationen wie auch die Anionen des Aussenmediums auf dem Wege des Ionenaustausches im Zellsaft angereichert werden könnten und zwar — wenn das definitive Gleichgewicht noch nicht erreicht ist — in Mengen, die den relativen Permeierfähigkeiten der einzelnen Ionenarten entsprechen. (Vgl. S. C. BROOKS 1929.) Die Fähigkeit der Ionen, durch das lebende Protoplasma zu permeieren, scheint aber von der Grösse ihres aus der Ionenbeweglichkeit berechneten scheinbaren Ionenvolumens bedingt zu sein (COLLANDER 1925, R. u. J. HÖBER l. c.). Mit dieser Anschauung stimmt es gut überein, dass bei *Chara* wie auch bei den anderen in dieser Hinsicht untersuchten Zellarten eben die infolge ihres verhältnismässig geringen Ionenvolumens besonders leicht permeierenden K-Ionen unter den verschiedenen Kationen am stärksten gespeichert werden. Auch die Tatsache, dass die leichter permeierenden Cl-Ionen stärker als die schwer permeierenden  $\text{SO}_4$ -Ionen im Zellsaft angereichert werden, harmoniert gut mit der in Rede stehenden Hypothese. Dagegen tritt der theoretisch zu erwartende Unterschied zwischen Na einerseits sowie Mg und Ca andererseits in unserem Analysenergebnis nicht hervor. Der Umstand, dass die Nitrat- und Phosphationen scheinbar noch stärker als die Cl-Ionen im Zellsaft von *Chara* angereichert werden, ist gleichfalls vom Standpunkt der in Frage stehenden Hypothese unerwartet, kann aber vielleicht durch die Hilfsannahme erklärt werden, dass in dem aus sich zersetzenden Pflanzenresten bestehenden Bodenschlamm die Nitrat- und Phosphatkonzentrationen womöglich erheblich grösser als im Meerwasser seien. Auch erscheint es nicht undenkbar, dass die absolut genommen immerhin recht kleinen Nitrat- und Phosphatmengen des Zellsaftes zum Teil irgendwie organisch gebunden sind. — Jedenfalls sind noch weitere Experimente nötig, ehe man entscheiden kann, ob die oben angedeutete, gewiss sehr beachtenswerte Erklärung für die Ionenspeicherung in lebenden Zellen auf die *Chara*-Zellen anwendbar ist.

Andere Erklärungsmöglichkeiten für die Salzanreicherung im Zellsaft ergeben sich, wenn wir annehmen, dass die Ionenaufnahme auf einer aktiven

---

<sup>1</sup> Diese Annahme erscheint plausibler als diejenige von OSTERHOUT (1926), wonach das Kalium in Form von KOH-Molekülen durch die Plasmahaut permeieren soll.

Tätigkeit der Protoplasten unter Ausnützung etwa der bei der Atmung freigmachten Energie beruht. Die grosse Bedeutung eines solchen aktiven Stofftransportes — der sog. »adenoiden Tätigkeit« der Protoplasten — ist bereits von OVERTON (1896, 1899) nachdrücklich hervorgehoben worden. Als ein Beispiel der Mechanismen, welche bei diesem Prozess wirksam sein könnten, sei auf den von STRAUB (1929) hypothetisch fürs Hühnerei skizzierten Modus der Ionenaufnahme hingewiesen. Auch sei daran erinnert, dass, wie HOAGLAND und DAVIS nachwiesen, die Lichtenergie direkt oder indirekt an der Ionenspeicherung der *Nitella*-Zellen beteiligt ist.

Mangels tatsächlicher Kenntnisse wollen wir die angedeuteten Hypothesen jedoch nicht weiter ausspinnen. Statt dessen soll zum Schluss der Zellsaft von *Chara ceratophylla* mit demjenigen der anderen in dieser Hinsicht untersuchten Pflanzenzellen verglichen werden.

Quantitative chemische Analysen des Zellsaftes liegen bisher für Vertreter nur zweier Familien vor: der Valoniaceen und der Characeen. Unter den Valoniaceen sind untersucht: 1) *Valonia utricularis* von A. MEYER (1891) und HANSEN (1893), 2) *V. macrophysa* von WODEHOUSE (1917) und OSTERHOUT (1922b) auf Bermuda, von COOPER und BLINKS (1928) bei Tortugas (Florida) sowie von R. und J. HÖBER (1928) in Neapel, 3) *V. ventricosa* von COOPER und BLINKS (1928) und 4) *Halicystis* sp. (ursprünglich als *V. ventricosa* bestimmt) von OSTERHOUT und DORCAS (1925). Unter den Characeen war bisher bloss *Nitella clavata* von HOAGLAND und DAVIS (1923 und 1929) genau untersucht. Die Valoniaceen sind Meeresalgen, *Nitella clavata* ist dagegen eine Süsswasserart. *Chara ceratophylla* ist somit der erste untersuchte Brackwasserorganismus.

Ein Vergleich der untersuchten Zellsäfte geschieht am besten an der Hand der Tabelle II. Die Konzentrationen der einzelnen Ionen sind darin teils — in den mit »absolut« überschriebenen Stäben — in Milliäquivalent pro Liter angegeben, teils ist — in den mit »relativ« bezeichneten Stäben — das Verhältnis der Konzentration des betreffenden Ions im Zellsaft zu seiner Konzentration im umgebenden Wasser angegeben.

*Valonia utricularis* ist in der Tabelle nicht aufgenommen, da die diesbezüglichen Analysenergebnisse von MEYER und HANSEN einander widersprechen. Für *Halicystis* wurden die hier mitgeteilten Zahlen berechnet aus den Daten von OSTERHOUT und DORCAS auf Grund ihrer Angabe, dass das Meerwasser 0.59 GM und der Zellsaft 0.626 GM Halogenide enthält. Die Daten für *Valonia macrophysa* sind nach den Angaben von OSTERHOUT berechnet, mit denen die Analysenergebnisse der übrigen Autoren gut übereinstimmen. Die Zahlen für *Nitella* sind der Arbeit von HOAGLAND und DAVIS aus dem Jahre 1923 entnommen.

Tabelle II.

Zusammensetzung des Zellsaftes von *Halicystis* sp., *Valonia ventricosa*,  
*V. macrophysa*, *Chara ceratophylla* und *Nitella clavata*.

	<i>Halicystis</i>		<i>V. ventri- cosa</i>	<i>V. macrophysa</i>		<i>Chara</i>		<i>Nitella</i>	
	absolut	relativ	absolut	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
K	16	1.3	587	515	43	88	63	54.3	∞
Na	581	1.1	35 <sup>1</sup>	90	0.19	142	2.4	10.0	46
Ca	17	0.70	Spuren	3.4	0.15	10.5	2.9	20.5	13
Mg	31	0.27	Spuren	Spuren		31	2.4	35.4	10
Cl(+ Br)	626	1.1	620	597	1.1	225	3.1	90.7	100
SO <sub>4</sub>	Spuren?		Spuren	1.0	0.0015	7.8	1.4	16.7	26
NO <sub>3</sub>	vorhanden			vorhanden		0.4	ca. 80	0	0
PO <sub>4</sub>						4.1	> 400 (?)	3.7	870

Die Tabelle zeigt, dass gewisse Züge allen fünf Organismen gemeinsam sind. Betrachten wir zuerst die absoluten Ionenkonzentrationen, so finden wir dass das Cl-Ion unter den Anionen immer eine durchaus dominierende Stellung einnimmt, indem es bei *Nitella* 82 %, bei *Chara* 95 % und bei den Valonien und *Halicystis* wohl mehr als 99 % der analytisch nachgewiesenen Anionen-äquivalente bildet. Unter den Kationen wiederum dominieren entweder K oder Na, welche zusammen bei *Nitella* 54 %, bei *Chara* 85 % und bei den Valonien und *Halicystis* wohl mehr als 99 % der Gesamtkationenäquivalente bilden. Betrachten wir dann die relativen Ionenkonzentrationen (also die Konzentration im Zellsaft dividiert durch die Konzentration in der Aussenlösung), so sehen wir, dass — wenn wir von den mangelhaft untersuchten Nitrat- und Phosphationen absehen — das Kaliumion bei allen fünf Arten relativ am stärksten angereichert wird. Dann folgt — allerdings erst in weitem Abstand — das Chlorion. Dagegen gehören Mg und SO<sub>4</sub> sowie — bisweilen allerdings weniger ausgesprochen — Ca (also sämtliche zweiwertigen Ionen) zu den nicht oder jedenfalls am schwächsten angereicherten Ionen. Na nimmt im allgemeinen eine Mittelstellung ein.

Vergleicht man die fünf Organismen unter sich, so findet man, dass *Halicystis* unter ihnen eine Ausnahmestellung einnimmt, insofern als bei dieser Alge keine Ionen (auch nicht das K-Ion) besonders stark gespeichert werden, vielmehr sämtliche Ionenarten in kleineren oder nur wenig grösseren Konzentrationen als im umgebenden Meerwasser vorkommen.

Die vier übrigen Objekte zeigen hinsichtlich der Zusammensetzung ihres Zellsaftes eine grössere Übereinstimmung unter sich, und zwar nimmt *Chara*

<sup>1</sup> Im Original steht 0.35 Mol, was jedoch wahrscheinlich ein Druckfehler ist.

deutlich eine Mittelstellung zwischen *Nitella* einerseits und den beiden einander sehr ähnlichen *Valonia*-Arten andererseits ein. Beschränken wir uns auf diese drei Gattungen, so können wir feststellen, dass die relative Konzentration bei sämtlichen untersuchten Ionen mit Ausnahme von  $\text{NO}_3$  am grössten bei *Nitella* und am kleinsten bei *Valonia* sind, während die Werte für *Chara* dazwischen liegen. Damit stimmt überein, dass die elektrische Leitfähigkeit des Zellsaftes bei *Valonia macrophysa* 1.2 mal, bei *Chara* 2.8 mal und bei *Nitella* 25 mal grösser als die Leitfähigkeit des umgebenden Mediums ist. Diese Unterschiede dürften zum grossen Teil darauf zurückzuführen sein, dass *Nitella* ein Süsswasser-, *Chara ceratophylla* ein Brackwasser- und *Valonia* ein Meerwasserorganismus ist. Jedenfalls leuchtet es ein, dass ein Meeresorganismus unmöglich die Salze des umgebenden Mediums 25-fach konzentriert speichern könnte, wie dies bei der Süsswasseralg *Nitella* geschieht. Die absolute Konzentration des Zellsaftes nimmt dagegen ab in der Reihenfolge: *Valonia* > *Chara* > *Nitella*.

Bei tierischen Zellen kommt ja ein vom Zytoplasma deutlich abgegrenzter Zellsaft im allgemeinen nicht vor. Doch geht aus den Untersuchungen von BIALASZEWICZ (1929) hervor, dass die intermicellare Flüssigkeit der tierischen Eizellen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung grosse Ähnlichkeit mit dem Zellsaft pflanzlicher Zellen hat. So z. B. nimmt das K in beiden Fällen dieselbe dominierende Stellung unter den Kationen ein. Es liegt also nahe anzunehmen, dass die Ionenaufnahme bei pflanzlichen und tierischen Zellen auf einen ähnlichen Mechanismus zurückzuführen ist.

### Zusammenfassung.

Aus den bis 40 mm<sup>3</sup> Zellsaft enthaltenden Blattzellen von *Chara ceratophylla* Wallr. lässt sich der Zellsaft leicht in reinem Zustand gewinnen. Die genannten Zellen eignen sich daher für solche Permeabilitätsbestimmungen, bei denen die permeierten Stoffmengen durch chemische Analyse des Zellsaftes direkt bestimmt werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde die normale Zusammensetzung des Zellsaftes dieser Zellen untersucht und mit derjenigen des natürlichen Standortswassers (ausgesüsstes Meerwasser von 0.4—0.5 % Salzgehalt) sowie mit der Zusammensetzung der früher untersuchten Zellsäfte anderer Pflanzen verglichen.

Wie aus Tabelle II (S. 16) hervorgeht, steht der Zellsaft von *Chara ceratophylla* seiner Zusammensetzung nach etwa in der Mitte zwischen den früher untersuchten Zellsäften von *Valonia macrophysa* und *Nitella clavata*. Alle untersuchten Ionen kommen im Zellsaft von *Chara* in grösserer Konzentration als im umgebenden Standortswasser vor. Der Gesamtsalzgehalt des Zell-

saftes beträgt etwa 1.5 %. Da der Zellsaft dagegen recht wenig Eiweiss (<0.1 %) und sonstige organische Verbindungen (höchstens ca. 0.3 %) enthält, können die Salze nicht an diese Bestandteile gebunden sein, was auch aus der grossen elektrischen Leitfähigkeit des Zellsaftes hervorgeht. Durch Kompensationsdialyse wurde gezeigt, dass auch nicht der Bodenschlamm, aus dem die *Chara*-Pflanzen vermutlich einen Teil ihrer Nahrung aufnehmen, annähernd so grosse Salzkonzentrationen wie der Zellsaft enthält. Offenbar werden also die Salze aus einer verdünnteren Aussenlösung in den konzentrierten Zellsaft transportiert. Einige Möglichkeiten, diesen Transport zu erklären, werden besprochen.

---

Fast alle in vorliegender Arbeit mitgeteilten Mikroanalysen sind von Herrn mag. phil. HARALD TÖTTERMAN ausgeführt, dem ich für seine sorgfältige Arbeit meinen aufrichtigen Dank ausspreche. Ebenso bin ich den Beamten am Institut für Meeresforschung, Herrn Dr. KURT BUCH, Herrn mag. phil. GUNNAR GRANQVIST und Fräulein cand. phil. STINA GRIPENBERG für gütigst mitgeteilte Auskünfte sehr dankbar.

Helsingfors, Botanisches Institut der Universität, Dezember 1929.



### Zitierte Literatur.

- BIALASZEWICZ, K., 1929, Recherches sur la répartition des électrolytes dans le protoplasme des cellules ovulaires. *Protoplasma* **6**, 1—50.
- BIERBERG, W., 1908, Die Bedeutung der Protoplasmarotation für den Stofftransport in den Pflanzen. *Flora* **99**, 52—80.
- BROOKS, S. C., 1929, The accumulation of ions in living cells — a nonequilibrium condition. *Protoplasma* **8**, 389—412.
- COLLANDER, R., 1925, Über die Durchlässigkeit der Kupferferrozyanidmembran für Säuren nebst Bemerkungen zur Ultrafilterfunktion des Protoplasmas. *Kolloidchem. Beih.* **20**, 273—287.
- »— 1929, Eine vereinfachte Mikromethode zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. *Protoplasma* **8**, 440—442.
- COOPER jr, W. C. und L. R. BLINKS, 1928, The cell sap of *Valonia* and *Halicystis*. *Science* (N. Y.) **1928** II, 164—165.
- FORCHHAMMER, G., 1859, Om Sovandets Bestanddele og deres Fordeling i Havet. *Indbydelseskr. til Kjøbenhavns Univers. Fest i Anledn. av H. M. Kongens Fødselsdag*.
- HANSEN, A., 1893, Über Stoffbildung bei den Meeresalgen. *Mittheil. Zoolog. Stat. Neapel* **11**, 255—305.
- HOAGLAND, D. R. und A. R. DAVIS, 1923, The composition of the cell sap of the plant in relation to the absorption of ions. *Journ. gen. physiol.* **5**, 629—646.
- »— 1923, Further experiments on the absorption of ions by plants. *Ibid.* **6**, 47—62.
- »— 1929, The intake and accumulation of electrolytes by plant cells. *Protoplasma* **6**, 610—626.
- HOAGLAND, D. R., P. L. HIBBARD und A. R. DAVIS, 1926, The influence of light, temperature, and other conditions on the ability of *Nitella* cells to concentrate halogens in the cell sap. *Journ. gen. physiol.* **10**, 121—146.
- HÖBER, R. und J., 1928, Beobachtungen über die Zusammensetzung des Zellsaftes von *Valonia macrophysa*. *Pflügers Arch.* **219**, 260—272.
- HÖBER, R. und FR. HOFFMANN, 1928, Über das elektromotorische Verhalten von künstlichen Membranen mit gleichzeitig selektiv kationen- und selektiv anionendurchlässigen Flächenstücken. *Ibid.* **220**, 558—564.
- IRWIN, M., 1926, Mechanism of the accumulation of dye in *Nitella* on the basis of the entrance of the dye as undissociated molecules. *Journ. gen. physiol.* **9**, 561—573.
- MEYER, A., 1891, Notiz über die Zusammensetzung des Zellsaftes von *Valonia utricularis*. *Ber. d. D. bot. Ges.* **9**, 77—79.

- MIGULA, W., 1897, Die Characeen. Rabenhorsts Kryptogamenflora. 2. Aufl. Bd. 5. Leipzig.
- NETTER, HANS, 1928, Über die Elektrolytgleichgewichte an elektiv ionenpermeablen Membranen und ihre biologische Bedeutung. Pflügers Arch. **220**, 107—123.
- NORTHROP, JOHN H., 1929, Unequal distribution of ions in a collodion cell. Journ. gen. physiol. **13**, 21—25.
- OSTERHOUT, W. J. V., 1922 a, Direct and indirect determinations of permeability. Ibid **4**, 275—283.
- 1922 b, Some aspects of selective absorption. Ibid. **5**, 225—230.
- 1926, The behavior of electrolytes in *Valonia*. Proc. soc. exper. biol. and med. **24**, 234—237.
- OSTERHOUT, W. J. V. und M. J. DORCAS, 1925, Contrasts in the cell sap of *Valonias* and the problem of flotation. Journ. gen. physiol. **7**, 633—640.
- OVERTON, E., 1896, Über die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Gesellsch. Zürich **41**, 383—406.
- 1899, Über die allgemeinen osmotischen Eigenschaften der Zelle usw. Ibid. **44**, 88—135.
- PINCUSSEN, L., 1928, Mikromethodik. 4. Aufl. Leipzig.
- SCARTH, G. W., 1926, The mechanism of accumulation of dyes by living cells. Plant Physiology **1**, 215—229.
- STRAUB, J., 1929, Der Unterschied in osmotischer Konzentration zwischen Eigelb und Eiklar. Rec. trav. chim. des Pays-Bas **48**, 49—82.
- VOUK, V. und F. BENZINGER, 1928, Some preliminary experiments on physiology of *Charophyta*. Acta bot. inst. bot. univ. zagrebensis **4**, 1—13.
- WODEHOUSE, R. P., 1917, Direct determinations of permeability. Journ. biol. chem. **29**, 453—458.

ACTA BOTANICA FENNICA 7  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

BEITRÄGE  
ZUR  
EDAPHISCHEN ÖKOLOGIE DER  
VEGETATION FINNLANDS

VON  
WIDAR BRENNER

I. KALKBEGÜNSTIGTE MOORE, WIESEN UND WIESENWÄLDER

VORGELEGT AM 8. FEBRUAR 1930

HELSINGFORSIAE 1930

HELSINGFORS

1 9 3 0

DRUCK VON A.-G. F. TILGMANN

## Inhalt.

	Seite
<i>Vorbemerkungen</i> .....	5
<i>Methodik</i> .....	10
<i>Der Bodenkalk in Finnland</i> .....	18
<i>Vegetations- und Standortsuntersuchungen</i> .....	24
<i>I. Niedermoore</i> .....	24
Braunmoore .....	26
<i>Sphagnum</i> -Niedermoore .....	34
Nackte Niedermoore .....	38
Besprechung .....	40
<i>II. Wiesen und Wiesenwälder auf Åland</i> .....	44
<i>Sesleria</i> -Wiesen .....	44
Krautwiesen .....	49
Wiesenwälder .....	51
Haselgebüsch .....	53
Anhang: Wiesenwälder aus Nyland .....	56
Besprechung .....	60
<i>III. Wiesenwälder aus Ladoga-Karelien</i> .....	66
Besprechung .....	71
<i>IV. Sonstige Wiesenwälder</i> .....	74
Besprechung .....	80
<i>Überblick der Kalkfrage</i> .....	82
<i>Literaturverzeichnis</i> .....	93



## Vorbemerkungen.

Im Jahre 1919 nahm die damalige agrogeologische Abteilung der Geologischen Kommission in Finnland, die später als staatliches Bodenforschungsinstitut selbständig wurde, auf ihr Program, einige, für die Pflanzen wichtige Bodeneigenschaften und die Abhängigkeit der Vegetation von denselben zu studieren. Als erstes Resultat dieser Studien, die dem Unterzeichneten übertragen wurden, erschien im Jahre 1921 eine Abhandlung mehr orientierender Art: »Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten» (Studien über die Vegetation im westlichen Nyland (Süd-Finnland) und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens), wo die wichtigsten in Süd-Finnland vorkommenden Pflanzenvereine und Vegetationstypen beschrieben und ihre grössere oder geringere Abhängigkeit von einigen leicht zu bestimmenden Bodenfaktoren, in erster Linie der geologischen Beschaffenheit und Feuchtigkeit des Bodens, in Angriff genommen wurden. Schon 1920 erfuhren diese Studien eine Erweiterung und zwar sowohl in der Hinsicht, dass Vegetationstypen aus verschiedenen Teilen Finnlands mitgenommen, als auch besonders dadurch, dass einige Bodenfaktoren einer eingehenden Untersuchung unterzogen wurden. Diese waren: der Gehalt des Bodens und der verschiedenen Bodenschichten an leichtlöslichen Pflanzennährstoffen, ganz besonders aber die Reaktionsverhältnisse des Bodens, die mit den modernen elektrometrischen und colorimetrischen Methoden gemessen, damals die Biologen immer mehr zu interessieren begannen. Der Untersuchungsplan gestaltete sich wie folgt:

Meine erste Arbeitsaufgabe war, festzustellen, *welche Aciditäts- oder Alkalinitätsgrade, durch den gewöhnlichen Wasserstoffexponenten  $p^H$  ausgedrückt, im Substrate der verschiedenartigen Pflanzenvereine vorkamen.* Es galt also so viele Vegetationstypen wie möglich aus verschiedenen Teilen des Landes zu untersuchen. Eine solche extensive Arbeitsweise ist auch die einzig richtige, wenn es gilt einen Faktor, von dem man in einem Lande noch nichts weiss, zu studieren.

Diese Untersuchung schien mir wert in zwei Richtungen vertieft zu werden: Erstens müsste man sich von dem Wert und der Bedeutung der gefundenen aktuellen  $p^H$ -Zahlen eine Auffassung verschaffen. Es ist nämlich mit

der Reaktion nicht so einfach wie z. B. mit einem gefundenen Ca-Gehalt, der ein für allemal dem Standorte eigen ist. Die Reaktion eines Bodens ist zwar in vielen Fällen sehr stabil, in anderen aber durch die geringsten Ursachen innerhalb weiter Grenzen veränderlich, so dass gegebenenfalls nicht so viel die gefundene  $p^H$ -Zahl, als eher eine gewisse Variationsamplitude der Reaktion von Bedeutung ist. Dadurch dass man die Reaktionsveränderungen eines Bodens nach Zusatz von kleinen Mengen Säure oder Alkali verfolgt, bekommt man die, meiner Meinung nach unerlässlichen Kenntnisse von der Stabilität der Reaktion, die für die Vegetation ausserordentlich wichtig sein kann. Dem Studium dieser Verhältnisse widmete ich ziemlich viel Interesse.

Ist man einmal darüber im klaren, welchen Wert den Reaktionszahlen beizumessen ist, so lohnt es sich, die Untersuchung in einer zweiten Richtung auszubauen. Durch eine genügend grosse Zahl von Bestimmungen, die sich auf einen und denselben Associationstypus, beziehen, kann man studieren, welche Variationen der Reaktion des edaphischen Standortes der gegebene Pflanzenverein überhaupt zulässt, d. h. welche Standortsamplitude in bezug auf die Reaktion der Association eigen ist. Es war zu erwarten, dass die Pflanzenvereine ebenso wie die Arten, sich in dieser Hinsicht sehr verschieden verhalten, dass nämlich einige eine weite, andere eine enge Amplitude haben, was ja auch für mehrere Arten gezeigt worden ist.

Aus praktischen Gründen haben sich die Forscher auf dem ökologischen Gebiete meist auf das Studium nur eines Faktors beschränkt. Hierdurch entsteht leicht eine einseitige Überschätzung eben des studierten Faktors; der Zusammenhang, in welchem dieser zu den übrigen Faktoren steht, bleibt unbekannt. Es schien mir deshalb erwünscht, einige andere Untersuchungen mit denselben Bodenproben vorzunehmen, die zur Reaktionsbestimmung dienten.

Da ja die Reaktion von der chemischen Zusammensetzung des Bodens bedingt ist, lag es nahe, *die Mengen an leichtlöslichen Mineralstoffen zu ermitteln*, die ja auch für die Vegetation als Nährstoffe wichtig sind. An diese Analysen schliessen sich Bestimmungen vom Total-Stickstoff und Humus-substanz, sowie bisweilen von Kohlendioxyd an.

In Beziehung zur Reaktion steht weiter auch die mikrobiologische Umsetzung des Stickstoffs im Boden, Vorgänge die für die Vegetation als besonders wichtig anerkannt worden sind. Da die wilden Pflanzen ebenso wie die angebauten grosse Mengen Stickstoff nötig haben, die nicht durch Düngung zugeführt werden, und dieser Bedarf ohne die Quelle des atmosphärischen Stickstoffs nicht gefüllt werden kann, erscheint das durch Mikroorganismen bewirkte stickstoff-fixierende Vermögen verschiedener Böden als ein für die Vegetation überaus wichtiger Faktor, der vielleicht bisher nicht gebührend beachtet worden ist. Ein Studium über *die Möglichkeiten zur Stickstoffbin-*



dung in den Böden der verschiedenen Pflanzengesellschaften schien mir also der Mühe wert.

Die Umwandlung des in organischer Form im Boden vorhandenen Stickstoffs in Ammoniak ist zweifelsohne auch ein für die Pflanzen wichtiger Vorgang. Leider kam diese Frage nicht zur Untersuchung. Dagegen habe ich der *Nitrifizierung in den Böden verschiedener Pflanzengesellschaften* Interesse gewidmet.

Hauptsächlich im Sommer 1921 wurden Felduntersuchungen gemacht und Bodenproben genommen, die sich auf annähernd natürliche Vegetationstypen, Moore, Wiesen und Wälder bezogen. Schon anfangs waren einige Ackerbodenproben auf ihre Reaktion mitgeprüft worden. Die praktische Orientierung der Untersuchungsanstalt brachte es bald mit sich, dass ein Studium der Kulturböden hinsichtlich ihrer Reaktion als dringender schien.<sup>1)</sup> Gleichzeitig mit diesen Reaktionsuntersuchungen wurden auch Ackerböden, wenn auch nicht konsequent, auf ihre Stickstoffbindung und Nitrifizierung geprüft.<sup>2)</sup> So kam es, dass die Studien mit allgemein ökologischen Fragestellungen, obwohl im Jahre 1923 schon grösstenteils in Manuskript vorhanden, zur Seite geschoben wurden.<sup>3)</sup> Solche Untersuchungen und zwar über s. g. kalkliebende Vegetationstypen, den Kalkgehalt und die Reaktion ihrer Böden wurden erst in den Sommern 1924—25 während kurzer Zeit wieder aufgenommen. Wiesenuntersuchungen wurden auch im Sommer 1926 in Limingo ausgeführt.

Als ich diese Studien begann, konnte man in Finnland kaum von empirischen ökologischen Untersuchungen reden. Auch in den skandinavischen Nachbarländern war nur wenig auf diesem Gebiete gearbeitet worden. Vor allem sind die Arbeiten von HESSELMAN (1917) in Schweden zu erwähnen, die den wichtigen biotischen Bodenfaktor, die Nitrifizierung, behandelten und einen deutlichen Zusammenhang zwischen vielen Vegetationstypen und diesem Vorgang zutage brachten. An das Problem der Bodenreaktion waren verschiedene Forscher teils mit landwirtschaftlichen, teils autökologischen Fragestellungen herantreten, z. B. in U.S.A. GILLESPIE (1916), SHARP and HOAGLAND (1916), WHERRY,<sup>4)</sup> u. a., in Holland HUDIG en STURM (1919), in Dänemark BJERRUM og GJALDBECK (1919). Bald erschien auch die Abhand-

---

<sup>1)</sup> Über Publikationen, die sich auf diese Gegenstände beziehen, siehe das Literaturverzeichnis (BRENNER, 1921 b, 1926 a, 1927 a).

<sup>2)</sup> BRENNER (1924 b, 1926 b, 1927 c).

<sup>3)</sup> Einige Ergebnisse habe ich in zwei Vorträgen mitgeteilt (BRENNER 1922 a u. b).

<sup>4)</sup> Mehrere ökologische Aufsätze vom Jahre 1916 an.

lung von O. ARRHENIUS (1920) »Ökologische Studien in den Stockholmer Schären«, die auf meine eigenen Arbeiten stimulierend gewirkt hat.

Später, während meine Untersuchungen im Gange oder die Feldarbeiten schon im wesentlichen abgeschlossen waren, ist die Literatur, die sich mit der Bodenreaktion befasst, ausserordentlich angeschwollen. Unter Arbeiten, welche die Reaktion vom ökologischen Gesichtspunkte behandeln, seien noch erwähnt: CARSTEN OLSEN aus Dänemark, GAARDER und HAGEM (1921) sowie CHRISTOPHERSEN aus Norwegen, HESSELMAN (1926) aus Schweden, ATKINS und SALISBURY aus England, KURZ und KELLEY in U. S. A., FRANK aus Deutschland, F. CHODAT, BRAUN-BLANQUET und JENNY aus der Schweiz, WLODEK und STRZERMENSKY aus Polen, NEMEC u. KVAPIL, sowie ZLATNIK (1925) aus der Tschechoslovakei, RÜHL aus Estland u. s. w. Auch in Finnland haben andere Autoren in jüngster Zeit Arbeiten veröffentlicht, die, sei es durch die Reaktion, sei es durch andere Bodenfragen mein Untersuchungsgebiet berühren. So hat VALMARI zahlreiche chemische Bodenanalysen aus verschiedenen, meist Waldgesellschaften, veröffentlicht, WARÉN schreibt über die botanische Entwicklung der Moore mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes, KOTILAINEN über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens, AALTONEN behandelt den Aziditätsgrad (1925) und die Stickstoffsumsetzungen (1926) des Waldbodens. Auch die Publikation PESOLAS »Kalsiumkarbonaatti kasvimaantieteellisenä tekijänä Suomeassa« (Calcium carbonate as a factor in the distribution of plants in Finland) berührt meine Arbeit am nächsten.

Die schnelle Entwicklung der ökologischen Forschung, die aus diesen Literaturangaben spricht, lässt meine Untersuchungen, die ich aus Mangel an Zeit und Arbeitsfrieden erst jetzt veröffentlichen kann, vielleicht als etwas veraltet erscheinen. Dies kann möglicherweise den Bestandesaufnahmen gelten, wo die Soziabilität der Arten nicht beachtet wurde. Da ein Studium der Assoziationen selbst nicht Hauptzweck war, dürfte dies nicht zu schwer wiegen. Die Bestimmung der leichtlöslichen Nährstoffe in 4-prozentigen HCl-Auszügen ist nicht ideal. Um einen Vergleich mit früheren Analysen zu ermöglichen, wurde sie bis zum Ende beibehalten. Die Reaktionsbestimmungen wurden doppelt, sowohl colorimetrisch als elektrometrisch nach der Wasserstoff-Methode ausgeführt. Dies ist zwar nicht das heutzutage gewöhnliche Verfahren. Es ist jedoch an Sicherheit der modernen Kinhydron-Methode eher überlegen.

Am meisten leiden natürlich die Ergebnisse selbst durch die verspätete Veröffentlichung. Ich gebe deshalb meine Studien in abgekürzter Form wieder. Die Abkürzungen berühren vorzugsweise die allgemeinen Besprechungen, bei denen manches nicht mehr neu ist. Meine Publikation bekommt hier-

durch mehr den Charakter einer Zusammenstellung von Material, das zu gunsten der einen oder anderen Auffassung spricht und deshalb immer seinen Wert behält.

Das Material wäre am natürlichsten in Wälder, Moore, Wiesen behandelnde Abschnitte aufzuteilen. So wird auch im folgenden geschehen. Nur nimmt die s. g. Kalkvegetation eine Sonderstellung ein, wegen des grossen Interesses, das die Kalkfrage immer noch in der Ökologie beansprucht. Da diese Untersuchung grösstenteils auch zeitlich von den übrigen gesondert ausgeführt wurde, soll im ersten Teil dieser Arbeit von einigen *kalkbegünstigten Mooren, Wiesen und Wiesenwäldern* die Rede sein. Weitere Publikationen, die einige andere Wälder und Wiesen behandeln, werden, hoffe ich, bald folgen.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, dem Chef des staatlichen Instituts für Bodenforschung Herrn Professor Dr. BENJ. FROSTERUS für vielfache freundliche Unterstützung herzlich zu danken. Herrn Dr. HARALD LINDBERG bin ich für die Bestimmung einiger mitgebrachter *Sphagnum*-proben zum besten Dank verpflichtet. Für die sprachliche Korrektur danke ich Herrn Dr. C. E. WEGMANN herzlich.

## Methodik.

VEGETATIONS-AUFNAHME. Bei meinen Untersuchungen wurden die Probestellen so gewählt, dass ihre Vegetation, soweit diese eine annähernd natürliche war, zu gut charakterisierbaren, homogenen Pflanzengesellschaften, Associationen gehörten.

Die Methodik der Aufnahme im Felde war das, von der Uppsalaer pflanzengeographischen Schule verwendete sog. Hult-Sernandersche Schätzungsverfahren (siehe z. B. DU RIETZ). Die Probestellen hatten eine Grösse von etwa  $2 \times 2$  m, wenn es sich um Moore oder Wiesen handelte, aber meist  $4 \times 4$  oder noch grösser, wenn es galt eine Waldvegetation zu beschreiben. Innerhalb der Probestellen wurden sämtliche Arten in den verschiedenen Vegetationsschichten verzeichnet<sup>1)</sup> und bekamen aus der fünfteiligen Skala eine Nummer die ihren Deckungsgrad anzeigen sollte. Einige Arten, wie z. B. Gräser können in beträchtlicher Individuenzahl vorhanden sein und bekommen doch wegen ihres, in der Horizontalebene wenig verbreiteten Stock einen sehr niedrigen Arealprozent. In solchen Fällen wurde auch die Abundanz berücksichtigt und die betreffenden Arten bekamen eine etwas höhere Nummer als die, zu welcher ihr Arealprozent sie berechtigt hätte. Weiter wurde noch das Gedeihen, die Fertilität und Sterilität verschiedener Arten notiert, wenn diese etwas ungewöhnliches darboten.

STANDORTS-UNTERSUCHUNG UND ENTNAHME DER BODENPROBEN. Nach dem die Vegetation in obiger Weise aufgezeichnet worden ist, kommt der Standort an die Reihe. Die Exposition und die Neigungsverhältnisse werden notiert. Die Bodenfeuchtigkeit ist nach einer 10-gradigen Skala nur geschätzt worden.<sup>2)</sup> Es bedeuten die Ziffern 1—2 trocken, 3—5 frisch, 6—7 feucht, 7—9 nass und 10 offenes Wasser.

---

<sup>1)</sup> Die Namen der Phanerogamen nach C. A. M. LINDMAN: Svensk fanerogamflora, Stockholm 1926.

<sup>2)</sup> Es dürfte ohne weiteres klar sein, dass exakte Bestimmungen des Wassergehaltes zwecklos gewesen wären, da ja dieser mit den zufälligen Niederschlagsmengen wechselt. Nur wiederholte Feuchtigkeitsbestimmungen an demselben Orte und zu verschiedenen Jahreszeiten, die übrigens mit Hygroskopicitätsbestimmungen kombiniert werden müssten, hätten grösseren Wert, weil sie uns über die Feuchtigkeitsamplitude des Standortes belehren könnten.

Von grösster Wichtigkeit war natürlich die Bestimmung und Aufzeichnung der Bodenart oder Bodenarten und die verschiedenen Schichten des Solumhorizonts. Die Untersuchung geschah mit Hilfe eines Handbohrers und Spatens und betraf gewöhnlich den Boden bis zu 1 Meter Tiefe. Die Profile wurden kurz beschrieben.

Bei der Entnahme der Bodenproben, die später im Laboratorium untersucht werden sollten, wurde darauf geachtet, dass erstens die Probestelle innerhalb der Vegetationsprobefläche lag und zweitens, was besonders wichtig ist, dass die Bodenprobe einer einheitlichen Bodenart oder Bodenschicht entnommen wurde und somit möglichst frei von Beimischungen aus anderen Schichten war. War der Boden in vertikaler Richtung einigermassen homogen, begnügte ich mich mit einer Probe, gewöhnlich aus 5—10 cm Tiefe, wo die Wurzeln am dichtesten wuchsen; waren aber mehr oder weniger ausgesprochene Unterschiede zwischen den oberen und unteren Teilen des Profils vorhanden, was ja das häufigste ist, so kamen mehrere Proben in Frage, die je eine Schicht repräsentierten. Wenn immer möglich, wurde versucht, ganze Stücke zu bekommen, aus deren Innerem besonders für mikrobiologische Zwecke unberührte Teile im Laboratorium zu gewinnen waren. Die Verpackung im Felde war verschieden. Für Sandböden, die ja doch nicht zusammenhielten, wurden meist Säckchen aus Baumvullenzeug benutzt. Die Torf- und Tonböden wurden meist nur in starkem Papier gut eingewickelt und so bald wie möglich untersucht.

Es ist diskutiert worden, wie weit man berechtigt ist, eine solche einzelne Bodenprobe oder eine Serie vertikaler Proben als repräsentativ für die ganze Vegetationsprobefläche zu betrachten. Im allgemeinen wird ja eine weite Gültigkeit z. B. bei chemischen Bodenanalysen vorausgesetzt, weil das Analysieren vieler Proben aus einer Fläche zu kostspielig und zeitraubend würde. Und doch sind sicher die chemischen Faktoren, vor allem vielleicht der Stickstoffgehalt auch im kleinsten Raum ziemlich variabel.<sup>1)</sup> Was nun die Reaktion betrifft, so fand RAUNKIAER innerhalb nur weniger m<sup>2</sup> grossen Wald- und Wiesen-Probeflächen ausserordentlich grosse Variationen. Auch AALTONEN (1925) erhielt in einigen Waldtypen ziemlich bedeutende Differenzen. Seine Probeflächen waren aber 0,25 ha gross. Die Variationskoeffizienten stiegen mit den p<sup>H</sup>-Zahlen, was wohl darauf beruhen kann, dass die s. g. besseren Waldtypen auf Abhängen wachsend in der Wirklichkeit weniger homogene Standorte gehabt haben. Man muss sich aber immer vergegenwärtigen, dass zum Erhalten grosser p<sup>H</sup>-Differenzen im relativ neutralen Gebiet viel geringere absolute H-Ionenkonzentrationsunterschiede nötig sind als im sauren. Selbst habe ich nicht allzu viele Untersuchungen über die Variationen des p<sup>H</sup>

<sup>1)</sup> Auch der Ca-Gehalt kann, wie KRAUS gezeigt hat, sehr verschieden sein.

innerhalb kleiner Flächen mit gleichmässiger Bodenart und Vegetation gemacht.

Einige Beispiele mögen hier doch angeführt werden:

I. *Agrostis capillaris*-Wiese mit humushaltigem Ton. Probefläche ein 4 m<sup>2</sup> grosses Quadrat. 5 Proben aus 2—5 cm Tiefe, je einer Ecke und der Mitte des Quadrates entnommen gaben folgende p<sup>H</sup>-Zahlen: 5,4, 5,4, 5,4, 5,3 u. 5,4.

II. *Deschampsia caespitosa*-Wiese am Meeresstrande auf sandgemischtem Ton. Probefläche und Probenentnahme wie oben. p<sup>H</sup>-Zahlen: 5,0, 5,0, 4,9, 5,0 u. 4,9.

III. *Ledum*-reicher Kiefernmoorwald auf *Sphagnum*-Torf. Probefläche 4 m<sup>2</sup>. 5 Proben aus 10—20 cm Tiefe, genommen wie oben, gaben: 3,9, 3,9, 3,9, 3,9 u. 3,9.

IV. Reiner *Hylocomium*-Fichtenwald auf Sand mit 5 cm Rohhumus. Probefläche 4 m<sup>2</sup>. Die Proben aus 2—5 cm Tiefe, wie früher genommen, gaben: 4,1, 4,0, 3,9, 4,0 u. 4,1.

V. *Calluna*-reicher *Hylocomium*-Kiefernwald auf Sand mit 0—2 cm Rohhumus. Die Proben wurden dieser Schicht entnommen, sonst wie oben. p<sup>H</sup>-Zahlen: 4,0, 4,2, 3,9, 3,9 u. 3,8.

Wie man aus diesen wenigen Beispielen sieht, sind die Schwankungen des p meist sehr unbedeutend gewesen.<sup>1)</sup> Absolut konstant erhielt sich die Wasserstoffionenkonzentration im nassen Torfsubstrat des Kiefernwaldes, und dasselbe dürfte überhaupt für Moore und Moorwälder gelten, wo der reichliche Wassergehalt ausgleichend wirkt. Im *Calluna*-reichen Kiefernwald treten grössere Differenzen zu Tage, was zweifelsohne damit zusammenhängt, dass bei der sehr dünnen und wenig vermoderten Rohhumusschicht ganz homogene Proben, vor allem solche ohne Beimischungen von Sand, schwer zu erhalten waren.

Um das Risiko zu vermeiden, dass eine einzelne Probe nicht für die Probefläche repräsentativ wäre, haben einige Verfasser z. B. OLSEN 2 bis 3 verschiedene Bodenproben aus der Probefläche im Felde gemischt und später das p<sup>H</sup> in der Mischung bestimmt. Ein solches Verfahren könnte ich nicht empfehlen, da man auf diese Weise eine künstliche Probe erhält, von der man durchaus nicht berechtigt ist, anzunehmen, dass sie wenigstens in Bezug auf die Reaktion das Mittel der zusammengeschlagenen Proben darstellt. Am besten wäre es natürlich, wie RAUNKIAER, immer mehrere Proben aus derselben kleinen Fläche zu nehmen, was ich aber wegen der Umständlichkeit auf Reisen und der Unsicherheit der Feld-Bestimmungsmethoden in grösserer Ausdehnung nur beim Studium der Wiesen von Limingo gemacht habe.

BESTIMMUNG DER REAKTION. Betreff dieser Methodik wird auf die gewöhnlichen Handbüchern verwiesen.<sup>2)</sup> Ausserdem habe ich in einem früheren

<sup>1)</sup> Ausgedehntere Untersuchungen an Ackerböden (BRENNER 1927 a), zeigen auch, dass der p<sup>H</sup> in einem und demselben Felde meist nicht erheblich variiert, wenn nur der Boden nicht zu pufferarm und sonst homogen ist.

<sup>2)</sup> Z. B. CLARK.

Aufsatz »Über die Reaktion finnländischer Böden« (1924 a) das von mir benutzte Verfahren näher beschrieben. Hier sei nur in aller Kürze die Methode angedeutet.

Sämtliche Reaktionsbestimmungen sind auf dem elektrometrischen Wege, und zwar mit der Wasserstoffelektrode von MICHAELIS ausgeführt worden. Die kolorimetrische Methode (CLARK and LUBS) wurde bei dieser Untersuchung anfangs nur in einigen Fällen, später regelmässig zur Kontrolle benutzt. Die Ergebnisse werden wie gewöhnlich in Wasserstoffexponenten  $p^H$  ausgedrückt. Böden mit einem  $p^H < 4$  können als stark sauer bezeichnet werden, die mit  $p^H$  4—5 sauer, mit  $p^H$  5—6 mässig sauer,  $p^H$  6—7 schwach sauer bis neutral und die mit  $p^H$  7—8 neutral bis schwach alkalisch. Stärker alkalische Böden kommen in Finnland nicht in Betracht. Ein Boden mit einem  $p^H$  6,5—7,5 kann auch als praktisch neutral bezeichnet werden.

Die Beständigkeit der Reaktion, die auf dem Gehalt des Bodens an s. g. Pufferstoffen oder Regulatoren beruht, wurde in folgender Weise untersucht: Eine bestimmte Menge (15, 10 oder 5 g) des, durch ein 2 mm Sieb gesichteten lufttrocknen Bodens wurde in je 11 Erlenmeyerkolben aus Jena-Glas abgewogen. Eine Bodenportion wurde mit 30 ccm dest. Wasser versetzt. Zu 5 Portionen wurden je 30 ccm von Lösungen gegeben, die 1, 2, 4, 8 und 12 ccm  $1/10$  n HCl enthielten, zu den übrigen 5 kamen 30 ccm von Lösungen, die mit 1, 2, 4, 8 und 12 ccm  $1/10$  n.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  entsprechende Mengen einer titrierten  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung versetzt worden waren. Die  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  enthaltenden Kolben wurden sofort mit paraffinierten Korkpropfen verschlossen, sämtliche Proben wurden wiederholt kräftig geschüttelt und zum Stehen über Nacht hingestellt. Nach erneutem Schütteln wurde dann die Reaktion in den verschiedenen Kolben elektrometrisch gemessen. Die Ergebnisse werden graphisch dargestellt, indem die Wasserstoffexponenten auf der Vertikalachse, die Mengen zugefügter Säure oder Base auf der Horizontalachse abgesetzt werden. Auf diese Weise bekommt man s. g. Titrierungskurven (z. B. Fig. 2, vergl. auch BJERRUM u. GJALDBECK, GAARDER u. HAGEM 1921) die uns über die Stabilität der Reaktion belehren.<sup>1)</sup>

Ein gutes Mass für diese Beständigkeit der Reaktion erhält man nach meiner Meinung, wenn man aus den Kurven die  $p^H$ -Beträge herausnimmt, um welche sich die aktuelle Reaktion bei Zusatz von 1 ccm  $1/10$  n Säure oder Alkali auf 10 g lufttrockner Erde geändert hat. Diese Grössen habe ich als aktuelle Nachgiebigkeit gegen Säure und aktuelle Nachgiebigkeit gegen Alkali bezeichnet. Zusammen bilden sie die aktuelle Reaktionsamplitude.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> In den Figuren ist die N-Kurve die, welche man durch Säure- bzw. Alkalizusatz zum reinen Wasser erhält.

<sup>2)</sup> Es wäre richtiger diese Grössen in H-Ionenkonzentrationen oder spezifische Azidität (WHERRY) anzugeben. Sie in  $p^H$ -Zahlen auszudrücken findet

CHEMISCHE ANALYSEN. Die meisten Analysen beziehen sich auf die, in der 10-fachen Menge 4 % HCl nach 24-stündigem Schütteln löslichen Mineralbestandteile. Sie wurden mit kleinen Abänderungen nach dem vereinfachten Verfahren von H. NEUBAUER ausgeführt. Calcium und Magnesium wurden wie gewöhnlich mit Ammoniumoxalat und Natriumphosphat gefällt, Kalium und Natrium nach der Perchlorsäure-Methode bestimmt, Phosphor nach der Molybdatmethode endlich als Ammoniummagnesiumphosphat gefällt.

Der Humusgehalt wurde in einigen Fällen durch gewöhnliche Verbrennung bestimmt, in anderen nur mittelbar durch Bestimmung von Asche und Wasser ermittelt.

Die N-Bestimmungen betrafen nur den Gesamt-Stickstoff und waren gewöhnliche Kjeldahl-Analysen.

Einige CO<sub>2</sub>-Bestimmungen wurden auch gemacht. Unter Durchleitung eines langsamen, CO<sub>2</sub>-freien Luftstroms, gelindes Erwärmen der mit Wasser versetzten Bodenprobe und Zutropfen von HCl wurde das CO<sub>2</sub> ausgetrieben und in Natronkalkröhren aufgefangen.

An den Analysen waren verschiedene Mitarbeiter beteiligt. Ich habe mit Dankbarkeit zu erwähnen: Herrn Magister A. ZILLIACUS, Fräulein Magister E. STÄHLBERG sowie die Herren H. LÖNNROTH und K. TOIVONEN. Im folgenden wird in jedem Falle der betreffende Analysator erwähnt.

NITRIFIZIERUNG. Beim Studium der Nitrifizierung war ich weniger darum bemüht einen Einblick in die, in jedem Fall im Boden stattfindende Nitratproduktion zu bekommen, als viel mehr darum, zu erfahren wie sich die verschiedenen Böden für die Nitrifikation eignen, wenn sonst günstige Bedingungen vorlagen.

Natürliche Böden können aus verschiedenen Ursachen keine Nitrifizierung aufweisen. Einmal kann es an Rohstoff, d. h. Ammoniumsalz, fehlen: entweder deshalb, weil der Boden überhaupt stickstoffarm ist oder weil Ammoniakspaltung nicht stattfindet. Ein zufälliger Mangel an nitrifizierenden Bakterien, die ja z. B. gegen Austrocknen sehr empfindlich sind, könnte auch gegebenenfalls eine ausbleibende Nitrifizierung in sonst günstigen Böden verursachen. Bei meinen sämtlichen Versuchen war deshalb ein Ammoniumsalz zugefügt worden und oft wurde ausserdem noch mit nitrifizierenden Bakterien geimpft.

Die Versuche wurden ursprünglich in Lösungen ausgeführt, eine, wie man jetzt weiss, nicht zu empfehlende Methode. Ich verwendete dieselbe (NH<sub>4</sub>) SO<sub>4</sub>-Lösung, die bei HESSELMANS (1917) ausgedehnten Untersuchungen sich bewährt hat und die 4 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> und 2 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> auf 1 Liter Leitungswasser seine Berechtigung dadurch, dass die relative Pufferung oder die relative Nachgiebigkeit zu einem annähernd richtigen Ausdruck kommt. (Siehe weiter BRENNER 1927 a).



wasser enthielt. Etwa 150 ccm fassende Erlenmeyer-Kolben wurden mit 25 ccm der  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -Lösung beschickt und so reichlich mit frischer Erde geimpft, dass das Volumen des wasserdurchdränkten Bodens in den Kolben etwa gleich dem der freien Flüssigkeit war. Um zu untersuchen ob ein eventuelles Ausbleiben der Nitrifizierung auf einer zu grossen Azidität des Mediums beruhe, wurden immer Parallelversuche angestellt, in denen jeder Kolben mit etwa 1 g  $\text{CaCO}_3$  versetzt war.

Die Versuche die bei Zimmertemperatur vorgenommen wurden, dauerten meist 3 Monate, in welcher Zeit natürlich etwas Wasser aus den mit Wattebauschen verschlossenen Kolben verdunstete. Die Nitrifizierung wurde mit der gewöhnlichen Diphenyl-Schwefelsäure-Probe konstatiert. Diese gibt aber nicht nur Nitrat sondern auch Nitrit an, und ich kann deshalb nicht immer sicher sein, dass eine Salpeterbildung wirklich stattgefunden hat. Dies dürfte aber die Regel gewesen sein. Jedenfalls sind die Nitritbildner gediehen und  $\text{NH}_3$  ist oxydiert worden.

Von den oben beschriebenen Versuchen gaben viele negative Ergebnisse. Diese konnten darauf beruhen, dass nitrit- und nitratbildende Bakterien nicht in den Bodenproben vorhanden gewesen waren. In den Versuchskolben, die keine Reaktion gegeben hatten, wurde deshalb das verdunstete Wasser ersetzt, und der Inhalt dann dadurch mit Bakterien geimpft, dass man einen Tropfen aus einer gut nitrifizierenden Flüssigkeit hineinbrachte. In vielen Fällen waren die Bodenproben beim Beginn der Untersuchung schon so weit eingetrocknet, dass Versuche ohne Zufuhr von frischen Bakterien aussichtslos erschienen. In diesen Fällen wurden die Versuchskolben schon im Anfang wie oben geimpft.

Es zeigte sich immer noch, dass mehrere Proben trotz Impfung und sogar trotz  $\text{CaCO}_3$ -Zugabe keine Reaktion gaben. Dies galt besonders für humusreiche Böden, vor allem für die Rohhumusböden der moosreichen Nadelwälder. Da aber bekannt ist, dass die Nitrifizierung in Lösungen oft und speziell beim Vorhandensein von gelösten organischen Verbindungen schwer verläuft, so wurden die negativ ausgefallenen Versuche nochmals wiederholt und zwar in der Weise, dass die Bodenproben jetzt nur mit der Nährlösung angefeuchtet wurden. Die Feuchtigkeit dürfte im Anfang etwas mehr als 75 % der Wasserkapazität betragen haben, wurde dann während des 3-monatigen Versuches durch Abdampfung vermindert und zwar so weit, dass mehrere Proben neu befeuchtet werden mussten. Diese Versuche, die den Bakterien beinahe optimale Bedingungen darboten, müssten schliesslich darüber entscheiden ob ein Boden an sich für die Nitrifizierung ungünstig war und was daran durch  $\text{CaCO}_3$ -Zufuhr eventuell zu ändern wäre.

STICKSTOFFBINDUNG. Ob stickstoffbindende Mikroorganismen in den verschiedenen Böden vorhanden waren, wurde in folgender Weise studiert. Aus

dem Inneren der frischen Bodenproben<sup>1)</sup> wurden etwa 1—2 g wiegende Portionen mit einem sterilen Messer herausgeschnitten und eilig in Erlenmeyer-Kolben von 100 ccm Inhalt geschüttet.

In den Kolben befanden sich 20 ccm einer sterilisierten, BEIJERINCK'schen Mannit-Lösung von folgender Zusammensetzung:

Mannit (reinst, kryst.)	20 g.
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.2 »
MgSO + aq.	0.1 »
Dest. Wasser	1000 »

Wie bei der Nitrifizierung wurden auch hier immer Parallelversuche mit und ohne CaCO<sub>3</sub> angestellt.

In einer Woche bei Zimmertemperatur war gewöhnlich eine Entwicklung von Mikroorganismen in den Versuchskolben durch Schäumen, durch Bildung von Bakterienhäuten oder Pilzmycelien u. s. w. zu bemerken. Einige Kulturen blieben anscheinend unverändert und klar, gaben aber durch mehr oder weniger intensiven Geruch nach Buttersäure die Wirksamkeit von *Amylobacter* zu kennen. In diesen Kolben blieb die übrige Vegetation immer sehr arm. In den anderen ging die Entwicklung gewöhnlich weiter und die Pilzmycelien nahmen mehr und mehr überhand. Nach 2 Monaten wurde das Ergebnis aufgezeichnet: die Menge des gebildeten lebenden Substanzen, das Aussehen der Vegetation, ihre Zusammensetzung hauptsächlich aus Bakterien oder Pilzen, charakteristische Merkmale wie Geruch u. s. w. Die verschiedenen Bodenproben gaben im allgemeinen sehr verschiedene Ergebnisse. In einigen Kolben war z. B. nur unbedeutend Pilzmycel vorhanden, in anderen war die Oberfläche mit einem dicken Pilzkuchen bedeckt.

Nun war es aber nicht sicher ob diese Mikrovegetation wirklich auf Kosten des freien Stickstoffs der Luft gelebt hatte oder ob vielleicht die Stickstoffverbindungen des hineingebrachten Bodens ausgereicht hatten um dieselbe trotz der stickstoff-freien Nährlösung zu ernähren. Von der Vegetation der Anreicherungskulturen wurden also unbedeutende Stückchen in verschiedene absolut N-freie Medien übergeimpft. Diese hatten dieselbe chemische Zusammensetzung wie oben, waren aber teils Agar-Nährböden, teils Lösungen.

Aus denselben Anreicherungskulturen wurde weiter in absolut N-freien Nährlösungen von derselben Zusammensetzung wie vorher geimpft. Als Kulturgefäße dienten wieder kleine Erlenmeyer-Kolben von etwa 100 ccm Rauminhalt und mit weiten Mündungen. Es waren je 25 ccm sterilisierte Lösung in jedem Kolben und einige waren mit etwa  $\frac{1}{2}$  g CaCO<sub>3</sub> versetzt. Es

<sup>1)</sup> Von Böden, die nicht in zusammenhängenden Stücken zu bekommen waren, wurden schon im Felde kleine Proben in sterilen Gläsern aus einer eben blossgelegten Fläche genommen.

wurde immer aus karbonatfreien Anreicherungskulturen in karbonatfreie Nährlösungen, von karbonathaltigen in karbonathaltige geimpft.

Die Kulturkolben, die mit Wattebauschen verschlossen waren, kamen unter eine tubulierte Glocke, die luftdicht auf einer geschliffenen Glasplatte stand. Der zweimal durchbohrte Gummipropfen, der die Glocke verschloss, trug ein, mit in teils konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , teils Natronlauge getränkten Bimsteinstücken gefülltes sog. Chlorcalciumrohr und ausserdem ein Glasrohr, das unten am Boden der Glocke endete und oben gewöhnlich verschlossen war. Wenn die Glocke durchlüftet wurde, was in der Regel einmal wöchentlich während 12 Stunden stattfand, wurde das sonst verschlossene Rohr mit einem Tropfenaspirator verbunden. Das Chlorcalciumrohr kam aber in Verbindung mit einem 2 m langen ziemlich weiten Glasrohr, das zum grössten Teil mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Bimsteinstückchen gefüllt war, in dem nach der Glocke zu liegenden Ende aber auch etwas Natronkalk enthielt. Durch dieses Rohr wurde Luft, die sowohl von Ammoniak als von etwaigen Stickstoffoxyden befreit war, in die Glocke gesaugt. Sonst stand die Glocke mit den Kulturen in einem dunklen Schrank bei Zimmertemperatur.

Allmählich kam in den meisten Kolben eine Mikrovegetation zustande, die sowohl dem Aussehen als der Menge nach sehr variierte. Nach 3 Monaten wurden die Versuche abgebrochen und die Ergebnisse notiert. Diese geben nun, da kein gebundener Stickstoff den Kulturen zur Verfügung stand, eine zuverlässige Auskunft über das Vorhandensein von stickstoffbindenden Organismen in den verschiedenen Bodenproben.

Um einen Einblick zu gewinnen, um wie grosse fixierte N-Mengen es sich bei diesen Kulturen handelte, wurden die üppigsten analysiert. Das ganze kam in einen KJELDAHL-Kolben und wurde wie gewöhnlich verbrannt, in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  überdestilliert und der  $\text{NH}_3$  im Destillate nach NESSLER kolorimetrisch bestimmt. In jeder Serie wurde zur Kontrolle eine ungeimpfte Nährlösung, die in einem Kolben mit den Kulturen unter der Glocke gestanden hatte, mit analysiert.

## Der Bodenkalk in Finnland.

Da in diesem Teil hauptsächlich von s. g. kalkbegünstigten Pflanzengesellschaften die Rede sein wird, dürfte es angebracht sein, zuerst eine Übersicht über den Bodenkalk in Finnland zu geben.

Am gewöhnlichsten tritt der Kalk in verschiedenen Silikaten auf. In dieser Form ist er überall in den losen Bodenarten vorhanden. Die totalen Calciummengen wechseln sehr und sind für die Vegetation bedeutungslos. Bei der Behandlung mit schwachen Lösungsmitteln löst sich immer ein kleiner Teil des silikatischen Kalkes. So bekommt man z. B. mit 4-prozentigem HCl aus Sandböden gewöhnlich 0,02—0,15% CaO, aus Ton- und Lehm Böden oft 0,15—0,25, in sehr feinkörnigen sogar 0,4—0,6% CaO. Auch in Wasser lösen sich unbedeutende Spuren, so dass die Bodenflüssigkeit wohl nie chemisch frei von Kalk sein dürfte. Am meisten löslich ist der Kalk und seine grösste Bedeutung für die Pflanzen bekommt er, wenn er in Form von Karbonat oder an Humusstoffen gebunden auftritt.

Die Angaben über Vorkommnisse von Kalkgesteinen, also karbonatischem Kalk in Finnland sind durch die Geologische Kommission gesammelt worden. Dieser Publikation, die von ESKOLA, HACKMAN, LAITAKARI und WILKMAN ausgearbeitet ist, (siehe ausserdem noch FROSTERUS) entnehmen wir, dass der Kalkstein entweder als Kalzit oder Dolomit in zahlreichen einzelnen (es werden 652 Fundorte erwähnt) Vorkommnissen auftritt. In den südwestlichen Teilen bestehen sie aus Kalzit und sind im Urgesteine eingelagerte Schichten von meist unbedeutender (ein bis einige Meter oder darunter) Dicke. Im östlichen und nördlichen Finnland sind die Fundorte nicht so zahlreich, dafür aber im allgemeinen etwas grösser und das Gestein ist hier vorwiegend Dolomit. Das Calciumkarbonat kommt ausser als mehr oder weniger reiner Kalkstein und Dolomit, in kleineren Mengen in verschiedenen anderen Gesteinen vor. Unter diesen sind vor allem im südwestlichen Finnland die häufigen Kalkgneisse in den östlichen und nördlichen Teilen aber Dolomitschiefer, Grünsteine u. s. w. zu nennen. Grössere, zusammenhängende Kalksteinsgebiete kommen in Finnland nicht vor.

In den losen Bodenarten des finnländischen Festlandes scheint das Kalkkarbonat fast keine Rolle zu spielen. AARNIO, der eine Publikation über diesen Gegenstand veröffentlicht hat, kam auf Grund mehrerer Analysen zu diesem Schlusse. Unter den Bodenproben, die ganz aus der Nähe von Kalkfelsen

stammten, zeigte nur eine oberflächliche Probe rund 0,3 % gebundene  $\text{CO}_2$  und 1,46 % in 4 %-iger  $\text{HCl}$  lösliches  $\text{CaO}$ . Alle anderen hatten  $\text{CO}_2$  und  $\text{CaO}$ -Gehalte, die man auch in kalkarmen Gegenden findet. Ebenso ergaben die Analysen VALMARIS auch in der Nähe von Kalkfelsen keine grösseren Kalkbeträge im Mineralboden. In den Fällen, wo ich die Sache untersucht habe, kam ich zu demselben Ergebnis.<sup>1)</sup>

Andererseits findet man beim Durchlesen der originalen Tagebücher, auf denen die Kartenbeschreibungen der staatlichen Geologischen Kommission fussen, dass die Moräne dann und wann in der unmittelbaren Nähe von grösseren Kalksteinvorkommnissen grössere oder kleinere Mengen Kalkstein enthält. Ob auch die Feinerde karbonatreich war, geht jedoch nicht hervor. Auch über Tonböden wird berichtet (BERGHELL: *Beskrivning till jordartskartan sektionen D:2, Nyslott. Geologiska Kommissionens geologiska översiktskarta över Finland* S. 95), dass diese in den Sordavala- und Ruskeala-Gegenden Kalk (Kalkkarbonat) enthalten sollen, Angaben, die oft von den Botanikern als Erklärung der üppigen Vegetation zitiert werden (vergl. z. B. LINKOLA). Von mir gemachte Kontrolluntersuchungen sprechen jedoch dafür, dass diese Angaben auf irgend einem Irrtum beruhen. *Von zahlreichen mit HCl geprüften Ton- und Lehmproben aus den in den originalen Tagebüchern genau erwähnten Probestellen brauste nämlich keine einzige.* Auch die Analysen einiger dieser Proben gaben keine höheren Ca-gehalte. Ausserdem habe ich, dank des Entgegenkommens meines Bruders, des Eisenbahngeologen Magister TH. BRENNER, etwa 90 Proben, die von der Geotechnischen Kommission der Staatseisenbahn aus diesen Gegenden gesammelt und teilweise aus sehr beträchtlicher Tiefe genommen wurden, geprüft, ohne in einem einzigen Falle Brausen mit  $\text{HCl}$  zu erhalten. Diese negativen Ergebnisse bekommen ihre Erklärung dadurch, dass das Material der sedimentierten Bodenarten im allgemeinen wenig mit dem Berggrunde der Gegend zu tun hat, sondern lange Wege transportiert sein kann. Ein eventueller, ursprünglicher Karbonatgehalt geht ausserdem beim Transport und beim Sedimentieren sowie durch spätere Auslaugung verloren. Weniger löslich ist das Ca-karbonat, wenn es im Dolomit auftritt. Während nach KLOCKMANN (Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart 1912 S. 290) das Kalkspat-Karbonat in  $\text{CO}_2$ -gesättigtem Wasser sich im Verhältnis 9—12 : 10000 löst, lösen sich die dolomitischen Karbonate nur im Verhältnis 3,10 : 10000. Es besteht also die Möglichkeit, dass unsere Böden dolomitische Karbonate enthalten könnten, was ausserdem nicht durch das Brausen mit  $\text{HCl}$  entdeckt werden kann. Dagegen sprechen wieder die niedrigen Analysenzahlen sowohl für Ca als für Mg. In einem

---

<sup>1)</sup> Die Ergebnisse werden in einer bald erscheinenden, besonderen Publikation näher behandelt.

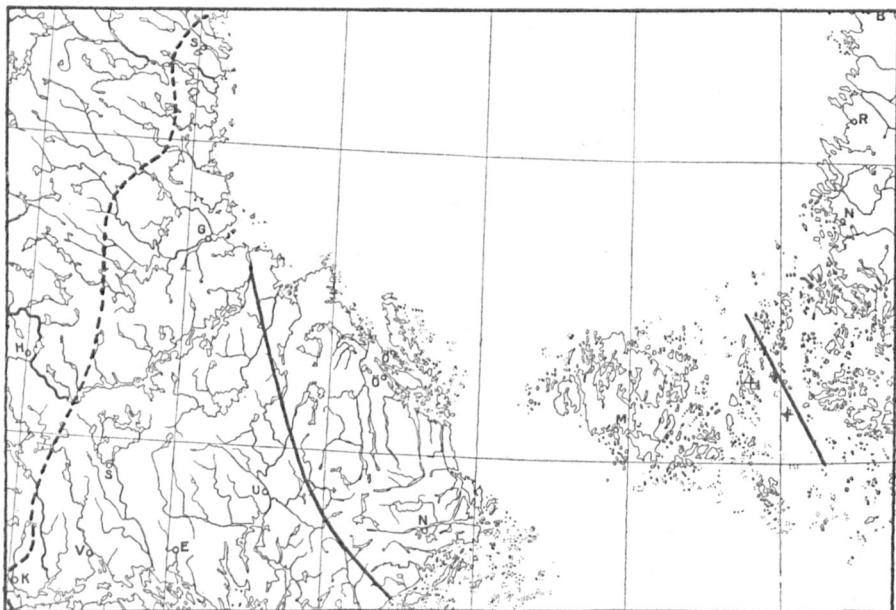


Fig. 1. — Grenzen der Silurmoräne östlich und westlich von Åland.  
 - - - Grenze des Mergeltons i Schweden. Die westlichen Grenzen nach  
 WIMAN. + östliche Fundorte der Silurmoräne.

Falle, wo der Mg-Gehalt etwas bedeutender war, konnte durch Kochen mit HCl keine grössere  $\text{CO}_2$ -Menge als gewöhnlich ausgetrieben werden.

*Wir können also auf Grund unserer heutigen Kenntnisse behaupten, dass die ziemlich spärlich auftretenden karbonatischen Gesteinsarten des finnländischen Festlandes, wenn überhaupt, sehr bescheidene Spuren in den minerogenen, losen Bodenarten hinterlassen haben.*

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir zum Archipel von Åland hinübergehen. Hier enthalten die losen Bodenarten oft deutliche Mengen Kalkkarbonat, die von den am Meeresboden nördlich und nordwestlich von Åland befindlichen, wahrscheinlich sehr bedeutenden Silursedimenten stammen.<sup>1)</sup> Es sind aber ausschliesslich die älteren, glacialen Bildungen, die Moräne, Glacialsand und Bänderton, die oft, aber bei weitem nicht immer, Karbonat in sehr wechselnden Mengen enthalten. In den Äsbildungen und in jüngeren, postglacialen Sedimenten ist, abgesehen von einzelnen Steinen, Silurkalk nicht angetroffen worden. Die kalkhaltige Moräne ist oft sehr hart und reich an lehmigen bzw. tonigen Bestandteilen und kommt im ganzen Schärenarchipel

<sup>1)</sup> Neulich ist anstehender Silurkalk auch auf dem Boden des Binnenfjärdes Lumparn im südlichen Teile des Archipels angetroffen worden (KULLING, METZGER).

Ålands vor. Sie bildet den Boden der losen Ablagerungen und wird häufig von kalkarmer Moräne oder anderen, ebenso karbonatfreien Sedimenten bedeckt.

Das åländische Silurgebiet ist nur ein Teil eines grösseren, das sich im östlichen Uppland auf der schwedischen Seite fortsetzt. Beistehende Karte gibt eine Vorstellung von seiner Ausdehnung. Die westlichen Grenzen sind nach C. WIMAN eingezeichnet. In Schweden gehen die karbonatführenden glacialen Tone weit nach Westen. Die Silurmoräne dagegen hört schon östlich von Uppsala auf. Nach WIMAN ist die Grenze zwischen kalkreicher und kalkarmer Moräne stellenweise in der Gegend von Gefle sehr scharf. Die Grenze nach Osten ist dagegen nicht leicht zu bestimmen, teils weil die Schären zwischen Åland und dem Festlande meist klein und bergig sind, teils weil die Moräne ihren Karbonatgehalt ganz allmählich zu verlieren scheint.<sup>1)</sup> Bei eigens für diesem Zweck gemachten Exkursionen habe ich zwar nur wenig Karbonat enthaltende Moräne noch auf Kumlinge und auf der Inselgruppe Jungfruskär im südwestlichen Houtskär gefunden. Auch auf der südwestlichsten, grösseren Insel Lappo in Brändö kann man noch in der Moräne einzelne Körnchen von Silurkalk, die mit HCl brausen, entdecken, obwohl die Analyse keinen höheren Ca-gehalt gibt. Hier, *durch den südwestlichen Teil von Brändö wäre somit wahrscheinlich die östliche Grenze der Silurmoräne zu ziehen*. Der auf Åland gewöhnliche kalkreiche Bänderton ist nicht einmal so weit östlich angetroffen worden wie die Silurmoräne. Die östlichsten bis jetzt bekannten, Funde stammen aus Vårdö und Kökar.<sup>2)</sup> In Kumlinge, Brändö und weiter nach Osten in Iniö und Hotskär fand ich den glacialen Ton karbonatfrei.<sup>3)</sup> Dagegen werden einzelne Blöcke und Steine aus Silurkalk ziemlich weit östlich von der Grenzlinie der Silurmoräne in den südwestlichen Schären von Raumo, in Gustafs, Iniö, Houtskär und nördlichem Korpo (Geologiska Kommissionens beskrivning till kartbladen 10, 11 och 12) ja sogar auf Trunsö und Vänö in Nagu (Tagebuch von H. BERGHELL) erwähnt.

Die åländische Moräne enthält sehr wechselnde Mengen Kalk und es kann wohl kaum als ein Zufall gelten, dass, wie meine Analysen zeigen, *der Kalkgehalt in grossen Zügen von Westen und Nordwesten gegen Osten und Südosten fällt*.

Man kann aber kein richtiges Bild von dem Vorkommen des Kalkes in unseren Mineralböden bekommen ohne einen wichtigen, mit der Boden-

<sup>1)</sup> So fand ich z. B. in der Feinerde der Moränen folgende Prozente CaO: Eckerö 6,10—6,07; Geta 3,22; Hammarland 2,03; Lemland 1,72—1,42; Saltvik 1,27; Kumlinge 0,71; Brändö, Lappo 0,36; Houtskär, Jungfruskär 1,01.

<sup>2)</sup> Geologiska kommissionen: Beskrivning till kartbladet N:o 25.

<sup>3)</sup> Nach mündlichen Mitteilungen von Herrn Magister O. EKLUND ist, nach der Vegetation zu schliessen, ein kleines isoliertes Silurgebiet im nördlichen Teile Houtskärs in den Åbo-Schären zu vermuten.

bildung zusammenhängenden Umstand in Betracht zu ziehen. Wie bekannt,<sup>1)</sup> gehört das Kalkkarbonat zu den am leichtesten löslichen Bestandteilen des Bodens und die Folge ist, dass dieser Stoff regelmässig durch den gewöhnlich von oben nach unten laufenden Wasserstrom aus den oberen Teilen des Bodenprofils wegtransportiert wird. *In ursprünglich kalkreichen Bodenarten, z. B. in der äländischen Silurmoräne kann man einen scharfen Kalkhorizont unterscheiden.* Über diesem Horizonte ist die Bodenart, abgesehen von gröberen Teilen, einzelnen Steinen u. s. w. karbonatfrei, unter derselben braust die Moräne mit HCl. Die Lage dieses Kalkhorizontes ist von verschiedenen Umständen abhängig. Ist die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser gross, wie in sandigen Moränen, so sinkt der Horizont tiefer als in feinkörnigeren Bodenarten. Der dichte Bänderton kann deshalb beinahe bis zur Oberfläche hinauf karbonatreich sein. Weiter ist natürlich die Zeitspanne von Bedeutung, während der eine Auslaugung stattfinden konnte. In den Fällen, wo die Silurmoräne ohne überliegende, kalkarme Bodenarten auftritt, kann man gut beobachten, wie der Kalkhorizont in den jungen Böden am Meeresstrande beinahe mit der Bodenoberfläche zusammenfällt, wogegen Gebiete, die nur 1—2 m über dem Meere liegen und also 200—300 Jahre entblösst waren, den Horizont schon in einer Tiefe von 25 cm aufweisen. Natürlich kann die Kalkgrenze mit der Zeit nicht unbegrenzt sinken. In vielen Fällen lag sie auf Åland bei 40—45 cm Tiefe. Gewöhnlich wird jedoch die Silurmoräne durch andere, kalkarme Bodenarten überlagert, wobei der Kalkhorizont meist mit der oberen Grenze der Silurmoräne zusammenfällt.

Im Vergleich mit den Mineralböden, die in Finnland gewöhnlich kalkarm sind, enthalten die *organogenen Torf- und Mullböden* durchschnittlich etwas mehr Kalk. Der Kalk ist aber hier hauptsächlich nicht als Karbonat vorhanden, sondern an die organischen Stoffe, sei es adsorbtiv, sei es in der Form von Salzen der Humussäuren gebunden. Die Anreicherung des Kalkes in den oberen Torf- und Mullschichten des Bodens kommt entweder dadurch zustande, dass die lebenden Pflanzen Kalk aufnehmen, speichern und nach ihrem Tode im Boden zurücklassen oder so, dass die sauren Humussubstanzen nachträglich Kalk aus der Bodenflüssigkeit binden. Eine weitere Ursache der Anhäufung des Kalkes in den organogenen Bodenarten ist, dass seine Verbindungen mit den Humussubstanzen ziemlich schwerlöslich sind, wodurch die Auslaugung, die das Karbonat trifft, nicht in demselben Massstab stattfinden kann<sup>2)</sup>.

Wie die Analysen zeigen, sind auf karbonatfreien Mineralböden die ober-

<sup>1)</sup> Siehe aus der letzten Zeit besonders TAMM (1917).

<sup>2)</sup> Aus zwei Böden mit gleichem Ca-Gehalt, wo in dem einen der Kalk als Humat, in dem anderen als Karbonat vorhanden war, löste sich in CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser aus dem Humusboden nur etwa die Hälfte CaO gegenüber dem Karbonatboden.



sten Rohhumus- Mull- und Torfschichten immer kalkreicher als die darunter liegenden Mineralbodenschichten, die oft wie z. B. im gewöhnlichen Podsolprofil durch Auslaugung extrem kalkarm sind. Die Gehalte an CaO (löslich in 4 % HCl) wechseln aber stark von den relativ unbedeutenden Mengen in *Sphagnum fuscum*-Torf, 0,1—0,6 % (nach WARÉN) oder sogar 0,04 %, wie ich in einem *Polytrichum*-Torf gefunden habe, bis 5,9 % im Niedermoor- und 4,97 % im Mull nach meinen eigenen Analysen. Ähnliche hohe Werte hat auch VALMARI in entsprechenden Böden gefunden. Berechnet man aber den Kalkgehalt auf die organische Substanz + CaO, was richtiger ist, da die gefundenen Prozentzahlen von der verschiedenen Einmischung kalkarmer anorganischer Bestandteile im Boden abhängen, so erhält man viel grössere Zahlen. Nach dieser Berechnung wechselt nach meinen Analysen der Gehalt an CaO in unseren Humus- und Torfböden zwischen 0,05—14,5 %.

Im Gegensatz zu den Mineralböden ist der Kalkgehalt der Humusböden sehr von dem Vorkommen leichtlöslichen Kalks in der Umgebung abhängig. Die hohen Zahlen bekommt man also gewöhnlich in den Gegenden, wo Kalkgesteine auftreten oder wo aus den Bodenarten viel Kalk ausgelöst wird. Da der Kalk hauptsächlich aus der Bodenflüssigkeit aufgenommen und gebunden wird, ist es einleuchtend, dass auch ziemlich weit von den Vorkommnissen kalkreiche Humusböden entstehen können, wenn nur der Boden von kalkhaltigem Wasser durchströmt wird. So findet man z. B. nicht selten in der Nähe von Quellen ziemlich kalkreiche Torfböden. Sogar ohne dass Karbonat in der Umgebung auftritt, können Humusböden mit Kalkgehalten bedeutend über 1 % zustandekommen, wenn die Bodenflüssigkeit wie z. B. aus dem Tone relativ viel Kalk in anderer Bindung löst oder wenn aus beständig strömendem Wasser grosse absolute Mengen dieses Stoffes gebunden werden können. In derselben Weise, d. h. dank des durch den Körper fliessenden Transpirationsstromes, speichern auch viele lebende Pflanzen aus der verdünnten Bodenlösung u. a. Kalk, der dann nach ihrem Tode oder beim Laubfall dem Humusboden zufällt. Also wenn auch kalkreiche organogene Bodenarten meist mit dem Auftreten in der Nähe von karbonatischem Kalk zusammenhängen, braucht dies nicht immer der Fall zu sein.

## Vegetations- und Standortsuntersuchungen.

In Finnland hat man mehrere Vegetationstypen als kalkliebend bezeichnet. Ausser den charakteristischen Moos- und Flechtenvegetationen, welche die Kalkfelsen selbst bedecken, handelt es sich um Pflanzengesellschaften, die meist zu Wiesen oder Wiesenwäldern zu zählen sind. Auch kalkbegünstigte Moore sind bekanntlich häufig. Aus praktischen Gründen wird im folgenden das Material in vier Gruppen geteilt: 1) Niedermoores, 2) Wiesen und Wiesenwälder auf Åland, 3) Wiesenwälder aus Ladoga-Karelien und 4) sonstige Wiesenwälder.

### I. Niedermoores.

Obwohl es über die Moore<sup>1)</sup> eine reiche Literatur gibt, ist man noch nicht zu einer endgültigen systematischen Einteilung dieser Pflanzengesellschaften gekommen. Die gewöhnlichsten Systeme rechnen mit ökologischen Merkmalen, wie die Bezeichnungen eutrafente und oligotrafente Moore, terrestrische und telmatische Gesellschaften, Verlandungsmoores, Überschwemmungsmoores, u. s. w. angeben. Aber auch Verfasser, die danach streben, bei der Systematik nur Vegetationscharaktere zu benutzen, haben sich noch nicht über eine einheitliche Einteilung geeinigt.

Die Ursache mag zum grössten Teil darin liegen, dass einmal die Bodenschicht, also die Moose, einmal die Feldschicht, die Gräser und Reiser, als Haupteinteilungsgrund verwendet wurde. Auf diese Weise werden die zwei grossen Hauptgruppen Niedermoores (schwedisch »kärr») und Hochmoore (schwedisch »mosse»<sup>2)</sup>) in verschiedenen Arbeiten verschieden aufgefasst. Die

<sup>1)</sup> Das Wort Moor werde ich hier synonym mit dem schwedischen »myr» gebrauchen. Ich verstehe darunter einen pflanzensoziologischen Begriff. Ein Moor ist also eine Pflanzengesellschaft, ihr Substrat ist der Moorboden (siehe des näheren z. B. MELIN).

<sup>2)</sup> Die Wörter Niedermoor und Hochmoor will VON POST wegen ihrer topographischen Hauptbedeutung mit »Sumpf» und »Moor» die sich mit den schwedischen »kärr» und »mosse» decken sollen, ersetzen. Gegen das Wort Sumpf ist sicher nichts einzuwenden, das Wort Moor erhält aber durch diesen Vor-

Moorgesellschaften, die ich hier zu behandeln gedenke, sind aber, welche Einteilung man auch wählen mag, sowohl der Bodenschicht (Braunmoose, s. g. Niedermoor-*Sphagna* oder Mangel an geschlossener Moosdecke) als der Feldschicht (Gräser und Kräuter) nach als wirkliche Niedermoore und Kraut-Grasmoore zu betrachten.

Unter ihnen kann man weiter drei grössere Gruppen unterscheiden (vergl. MELIN): 1) Braunmoore (brunmosskärr), die in der Bodenschicht Braunmoose, *Amblystegia*, *Hypnum trichoides*, *Paludella*, u. s. w. führen. 2) *Sphagnum*-Niedermoore (*Sphagnum*-kärr) mit gewissen *Sphagnum*-Arten: *subsecundum*, *teres*, *Warnstorffii* u. s. w. in der Bodenschicht und gewöhnlich bedeutendem Reichtum an Kräutern in der Feldschicht. 3) Nackte Niedermoore (dykärr), die keine geschlossene Bodenschicht haben.

Eine besondere Gruppe bilden solche Pflanzengesellschaften, die wegen ihrer ziemlich gut entwickelten Bodenschicht und dichten Feldschicht als Moorzweien zu bezeichnen sind.

Die in Finnland am meisten, und zwar ganz unabhängig vom Kalk verbreiteten Braunmoore, sind die *Amblystegium fluitans*-Braunmoore. Mehr exklusiv sind dagegen einige andere Braunmoorgesellschaften, deren Vorkommen so ziemlich auf kalkreiche Gegenden beschränkt zu sein scheint. In der Grenzgegend zwischen nördlichem Savolax und Karelien in der Höhe und westlich des grossen Pielisjärvi-Sees in den Gemeinden Kaavi und Juuka,<sup>1)</sup> sowie in der Gegend nördlich vom Uleå-See im nördlichen Österbotten in den Gemeinden Paltamo und Puolanka hatte ich im Sommer 1921 Gelegenheit, diese Pflanzenvereine zu studieren.

Die mitgebrachten Bodenproben wurden einer verhältnismässig eingehenden Untersuchung unterworfen. So sind ausser der Reaktion und dem Kalkgehalt gewöhnlich auch Magnesium, Kalium, Natrium, Phosphor, Schwefel und Stickstoff bestimmt worden. Auch die Nitrifizierung wurde untersucht und zwar sowohl in Flüssigkeitskulturen als auch in angefeuchteten Proben nach 3-monatigem Lagern, teils ohne, teils mit Zusatz von  $\text{CaCO}_3$ . Ebenso wurden Kulturen mit BEIJERINCK'S Mannitlösung angestellt um eine eventuell vorhandene N-fixierende Mikrovegetation zur Entwicklung zu bringen.

---

schlag zwei verschiedene Bedeutungen, teils eine allgemeine, sowohl »kärr» als »mosse» umfassende, teils eine engere, nur »mosse» bezeichnende. Dies wäre meiner Ansicht nach zu vermeiden. Deshalb werde ich hier die alten Namen Niedermoor und Hochmoor beibehalten, auch wenn ich keinen topografischen Sinn hineinlegen will. Am besten wäre sicher parallel mit Sumpf das süddeutsche Wort *Moos* in der Bedeutung »mosse» zu verwenden. Hier ist es wohl aber ratsam, einen diesbezüglichen Vorschlag von deutscher Seite abzuwarten.

<sup>1)</sup> Bei diesen Exkursionen leistete mir Magister M. J. KOTILAINEN Hilfe.

## Braunmoore.

Je nachdem verschiedene Braunmoose als Hauptarten in der Bodenschicht auftreten, kann man verschiedene Associationen unterscheiden:

Die *Carex-Amblystegium scorpioides*-Moore, von denen in der Tabelle I N:o 1 u. 2 Beispiele gegeben werden, besitzen eine geschlossene Moosdecke aus *Amblystegium scorpioides*, bisweilen rein, bisweilen mit anderen Braunmoosen gemischt. Die Feldschicht ist ziemlich sparsam und besteht aus Seggen (*Carex lasiocarpa*, *limosa*, *Scirpus trichophorum* u. s. w.).

I. CAREX LIMOSA-REICHES AMBLYSTEGIUM SCORPIOIDES-MOOR; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 1.

Die Lage war offen, plan, am Rande eines kleinen, im Verwachsen begriffenen Sees. Die Feuchtigkeit wurde auf 9 geschätzt. Bodenprofil:

0— 20 cm schwach vermoderter Braunmoostorf.  
20—>100 » Dytorf.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
Ia	Torf	10 cm	1,90	0,28	0,19	0,03	0,08	0,10	0,10	6,5

Nitrifizierung ohne Impfung trat weder mit, noch ohne CaCO<sub>3</sub>-Zusatz ein. Nach dem Impfen wurde bei Anwesenheit von CaCO<sub>3</sub> eine mässige Reaktion erzielt. Ohne CaCO<sub>3</sub> trat nur in der angefeuchteten Bodenprobe eine unbedeutende Nitrifizierung ein. Die Mannitkulturen gaben ohne CaCO<sub>3</sub> keine sichtbare N-fixierende Vegetation, dafür aber Amylobacter-Gährung. Mit CaCO<sub>3</sub> kam ein guter, hellbraun gefärbter Pilzkuchen zustande.

Das *Carex-Amblystegium badium*-Moor habe ich mit ziemlich reiner Bodenschicht aus *Ambl. badium* und mit Feldschicht von mehreren Arten aus sowohl Kräutern als Gräsern kennen gelernt. Am meisten hervortretend waren *Carex polygama* und *chordorrhiza*. Es ist als Standort u. a. für *Helleborine palustris* bemerkenswert.

II. CAREX-REICHES AMBLYSTEGIUM BADIUM-MOOR; Juuka, Juuanvaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 3.

Die Lage war offen und plan, etwa in der Mitte eines grösseren Niedermooses. Sie lag in einem Tal, auf dessen beiden Seiten sich Dolomittfelsen befanden. Feuchtigkeit etwa 7—8. Die Bodenart war tiefer, oben schwach vermoderter Niedermoortorf (Braunmoostorf und Dytorf).

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
IIa	Torf	10 cm	1,86	3,30	0,18	0,07	0,04	0,06	0,07	7,0

Tabelle I.

Braunmoore. 1—2 *Amblystegium scorpioides*-Niedermoore, 3 *Ambl. badium*-Niedermoor, 4—6 *Ambl. revolvens*-Niedermoore, 7—8 *Ambl. stellatum*-Niedermoore, 9—12 *Hypnum trichoides*-Niedermoore, und 13 *Paludella*-Niedermoor.

1. Kaavi, Niinivaara am Strande des kleinen Sees Pieni Lautalampi. 17/6 1921.
2. Kaavi, Niinivaara Lohilammen letto. 18/6 1921.
3. Juuka, Juuanvaara Mantilanniemi. 26/6 1921.
4. Juuka, der Tal zwischen Vesivaara und Petrovaara. 22/6 1921.
5. Juuka, N-Abhang des Vesivaara. 22/6 1921.
6. Juuka, N-Abhang des Vesivaara. 22/6 1921.
7. Kaavi, Luikonlahti bei Petkenlahti. 16/6 1921.
8. Kaavi, Niinivaara Lohilammen letto. 18/6 1921.
9. Juuka, N-Abhang des Vesivaara. 22/6 1921.
10. Puolanka, Pihlajavaara. 26/7 1921.
11. Kaavi, Niinivaara Lohilammen letto. 18/6 1921.
12. Paltamo, Melalahti. 25/7 1921.
13. Kaavi, Luikonlahti bei Petkenlahti. 16/6 1921.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feldschicht.													
Zwergsträucher.													
<i>Alnus incana</i> .....											1		
<i>Oxycoccus quadripetalus</i> .....	2	1				1						2	
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....												2	
» <i>vitis idaea</i> .....									1				
Gräser.													
<i>Agrostis canina</i> .....				2	1								2
» <i>capillaris</i> .....												1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....									2				
<i>Carex caespitosa</i> .....											2		
» <i>chordorrhiza</i> .....			3										
» <i>dioeca</i> .....									1	3		2	2
» <i>flava</i> .....	1		2	2	2	2	3						
» <i>Goodenowii</i> .....									3			3	2
» <i>inflata</i> .....				2			2					2	2
» <i>lasiocarpa</i> .....	2	3											
» <i>limosa</i> .....	3												
» <i>Oederi</i> .....							2						
» <i>panicea</i> .....			2		2	2							
» <i>pauciflora</i> .....													3
» <i>polygama</i> .....			3	3									
» <i>stellulata</i> .....	1								2				2
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....									1	1			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Eriophorum latifolium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	2	—
<i>Festuca rubra</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2
<i>Molinia coerulea</i> .....	—	—	2	1	2	2	—	3	—	—	—	2	—
<i>Nardus stricta</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
<i>Phragmites communis</i> .....	—	1	—	—	3	2	3	—	—	—	—	—	—
<i>Scirpus caespitosus</i> .....	—	—	2	3	2	2	—	—	—	—	—	—	—
» <i>trichophorum</i> .....	2	2	—	2	4	2	4	4	—	—	—	—	3
Kräuter.													
<i>Angelica silvestris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	—	—
<i>Aracium paludosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	4	2	—
<i>Cirsium heterophyllum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Comarum palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Convallaria majalis</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—
<i>Drosera anglica</i> .....	3	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>rotundifolia</i> .....	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
<i>Equisetum limosum</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1
» <i>palustre</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	3	3	—	1	—
» <i>silvaticum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	3	—
<i>Galium uliginosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Geranium silvaticum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	3	—	—
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Gymnadenia conopsea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Helleborine palustris</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hieracium vulgatum</i> coll. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Listera ovata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
» <i>silvaticum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Orchis incarnatus</i> .....	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
» <i>maculatus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Paris quadrifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
<i>Parnassia palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—
<i>Pedicularis palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Pinguicula vulgaris</i> .....	—	—	—	1	2	1	—	—	1	—	—	—	—
<i>Polygonum viviparum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	—
<i>Potentilla erecta</i> .....	—	—	2	2	2	2	2	1	2	—	—	—	2
<i>Pyrola minor</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
» <i>rotundifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Ranunculus acris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—
<i>Selaginella selaginoides</i> .....	—	—	1	2	1	1	—	1	2	3	2	2	2
<i>Solidago virgaurea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
<i>Vicia cracca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Viola palustris</i> .....	—	—	—	2	2	1	2	2	—	2	—	—	3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bodenschicht.													
<i>Amblystegium badium</i> .....	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>intermedium</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>revolvens</i> .....	—	—	—	5	5	5	—	2	—	—	—	—	—
» <i>scorpioides</i> .....	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>stellatum</i> .....	—	—	—	2	2	3	4	4	—	—	—	—	—
» <i>stramineum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
» <i>trifarium</i> .....	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—
<i>Cinclidium stygium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Hypnum trichoides</i> .....	—	—	2	—	—	—	—	2	4	5	5	4	2
<i>Paludella squarrosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	2	4
<i>Philonotis fontana</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Sphagnum angustifolium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
» <i>Warnstorffii</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	3	2

Nitrifizierungsversuche ohne Impfung blieben resultatlos, nach dem Impfen wurde eine starke Reaktion erhalten, ohne  $\text{CaCO}_3$  jedoch nur beim Lagern. Zwischen den Mannitkulturen mit und ohne  $\text{CaCO}_3$  war wenigstens quantitativ kein Unterschied: es entstand ein schwaches bis mässiges Pilzmycel in beiden, das jedoch unter Abschluss von N-Verbindungen aus der Luft und bei Anwesenheit von  $\text{CaCO}_3$  in 3 Monaten 2,6 mg N pro 1 g gebotener Mannit fixierte.

Die grasreichen *Amblystegium revolvens*<sup>1)</sup>-Moore (Tabelle I N:o 4—6) weisen gewöhnlich neben der Hauptart *Ambl. revolvens* Beimischungen in der Bodenschicht von z. B. *Ambl. stellatum* u. a. auf. Sie haben eine ziemlich gut entwickelte Feldschicht, in welcher Gräser wie *Carex flava*, *Molinia coerulea*, *Scirpus caespitosus* u. *trichophorum*, Kräuter wie *Potentilla erecta* und *Viola palustris* mehr oder weniger regelmässig und in grösserer Abundanz wiederkehren. Bisweilen spielen auch *Phragmites communis* und *Carex polygama* eine hervorragende Rolle. Die *Amblystegium revolvens*-Moore machen bisweilen einen wiesenähnlichen Eindruck. Sie sind in vielen Gegenden nicht selten und nehmen in dem, von mir besuchten Gebiet im nordwestlichen Karelän nur hier und da von *Sphagnum*-Moorwäldern und nackten Niedermooren unterbrochen, ziemlich grosse Areale ein.

<sup>1)</sup> Möglicherweise kann unter *A. revolvens* auch *A. intermedium* mitgenommen sein.

III. CAREX-REICHES AMBLYSTEGIUM REVOLVENS-MOOR; Juuka, Petrovaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 4. Moore von diesem Typus bedecken grosse Areale in einem weiten Tal zwischen den Höhen Vesivaara und Petrovaara. In den Abhängen der Höhen findet man hier und da Dolomitblöcke und auch einige kleine fest anstehende Felsen. Die Lage der Probefläche war offen und plan. Die Bodenart war tiefer, ziemlich gut vermoderter Niedermoortorf; die Feuchtigkeit etwa 8.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CO <sub>2</sub>	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
IIIa	Torf	10 cm	2,88 <sub>1</sub>	0,49	1,57	0,15	0,07	0,05	0,09	0,04	6,4

Nitrifizierung kam in geimpften Kulturen zustande und zwar nur in angefeuchteten Bodenproben. Sie war etwas stärker mit CaCO<sub>3</sub> als ohne. Die Mannitkulturen ohne CaCO<sub>3</sub> fielen der Amylobactergärung anheim. Mit CaCO<sub>3</sub> bekam man ein mässiges helles, reichlich grüne Sporen tragendes Mycel.

Die grasreichen *Amblystegium stellatum*-Moore (Tabelle I N:o 7—8) haben auch gewöhnlich neben der Hauptart andere Moose wie z. B. *Ambl. revolvens* in der Bodenschicht. Sie sind dem *Ambl. revolvens*-Moor sehr ähnlich, aber vielleicht etwas artenärmer. Infolge dessen bekommen auch einzelne Arten wie z. B. *Scirpus trichophorum* leichter die Vorherrschaft. Gräser wie *Molinia* und *Phragmites* spielen auch hier gelegentlich eine grosse Rolle.

IV. CAREX-SCIRPUS TRICHOPHORUM-REICHES AMBLYSTEGIUM STELLATUM-MOOR; Kaavi, Luikonlahti. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 7.

Die Pflanzengesellschaft bildete etwa 60 % der Vegetation eines Moors bei Petkenlahti, das sonst aus Bülden von *Juniperus*-reichem *Sphagnum*-Moorgebüsch bestand. Die Lage war offen und plan, die Bodenart tiefer, mässig vermoderter Niedermoortorf. Die Feuchtigkeit wurde auf 7 geschätzt.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CO <sub>2</sub>	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
IVa	Torf	10 cm	2,47	0,14	1,37	0,38	0,09	0,05	0,06	6,2

Nitrifizierung konnte nur in geimpften, befeuchteten Bodenproben erzielt werden. Die Mannitkulturen zeigten ohne CaCO<sub>3</sub> Amylobactergärung, mit CaCO<sub>3</sub> dagegen eine gute, graue, sporentragende Pilzvegetation.

Die kraut-grasreichen *Hypnum trichoides*-Moore (Tabelle I N:o 9—12) sind in kalkreichen Gegenden sehr allgemein, nehmen aber selten grössere Areale ein. Sie sind gewöhnlich artenreiche Pflanzengesellschaften. Die



Bodenschicht wird wohl nie aus der Hauptart allein gebildet. Den Eindruck von Konstanten machen *Paludella squarrosa* und der gewöhnlich violett gefärbte *Sphagnum Warnstorffii*, die in variierender Abundanz auftreten. Sowohl Gräser als Kräuter sind reichlich vorhanden, meist ohne dass irgendeine Art dominierend wird. Es sind unter den Gräsern zu nennen: *Carex dioeca* und *Goodenowii* sowie *Eriophorum latifolium*, unter den Kräutern: *Aracium paludosum*, *Equisetum palustre*, *Polygonum viviparum*, *Viola palustris*, dazu eine in den besuchten Gegenden für diese Moore sehr charakteristische Art, *Selaginella selaginoides*.

V. CAREX GOODENOWII-KRAUTREICHES HYPNUM TRICHOIDES-MOOR; Juuka, Vesivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 9.

Lage offen, sanft nach O abfallend am Fuss der Höhe Vesivaara. Feuchtigkeit durch langsam fließendes Wasser 6—7. In der Moräne dieser Gegend werden oft Dolomitsteine gefunden. Bodenprofil:

0—10 cm gut vermoderter Braunmoostorf  
10-- steinige Moräne

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CO <sub>2</sub>	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O <sub>j</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
Va	Torf	5 cm	1,72	0,80	3,15 <sub>j</sub>	0,04	0,10	0,02	0,09	0,06	6,6

Nitrifizierung ohne Impfung glückte nicht. Nach Impfung in Lösung kam nur in der CaCO<sub>3</sub>-Kultur eine gute Reaktion zu stande, in der befeuchteten Probe jedoch auch ohne CaCO<sub>3</sub>-Zusatz. Die Mannitkulturen zeigten ohne CaCO<sub>3</sub> nur ein unbedeutendes, helles Mycel, mit CaCO<sub>3</sub> dagegen eine gute, lichtbraune, gallertartige Pilzvegetation, die auf 1 g gebotener Mannit 3,0 mg. N aus der Luft assimilierte.

VI. CAREX DIOECA-KRAUTREICHES HYPNUM TRICHOIDES-MOOR; Puolanka, Pihlajavaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 10.

Die Probefläche ist an einem deutlich gegen W sich neigenden Abhang der Höhe Pihlajavaara gelegen. Die Feuchtigkeit war etwa 7, das Wasser in folge der Neigung in Bewegung. Die Gesteine in der Gegend sind kalkführend. Die Bodenart war bis zu einer Tiefe von 1 m gut vermoderter Niedermoortorf.

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG, N-Best. H. LÖNNROT):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
VIa	Torf	10 cm	3,08	1,50	0,23	0,14	0,01	0,05	6,6

Ausserdem enthielt der Torf bedeutende Mengen Mangan, nach Schätzung etwa 2—3 Proz. MnO.

Die Nitrifizierung wurde nur in geimpften Kulturen studiert. In Lösungen war sie nur bei Anwesenheit von  $\text{CaCO}_3$  zu konstatieren, in angefeuchteten Bodenproben war sie auch ohne  $\text{CaCO}_3$  kräftig. Die Mannitkulturen gaben mit und ohne  $\text{CaCO}_3$  mässige Pilzvegetation.

VII. KRAUTREICHES HYPNUM TRICHOIDES-MOOR; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 11.

Die Probefläche lag etwa 2 m entfernt von einem steil in das Moor einfallenden Felsen aus kalkreichem Gestein; Lage sonst offen und plan. Die Feuchtigkeit war etwa 7. Bodenart tiefer, sehr gut vermoderter Niedermoor-torf.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Boden- art	Tiefe	Org. Subst. gef. ber. <sup>1)</sup>	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	[p <sup>H</sup>		
VIIa	Torf	10 cm	66,9	2,10	3,14	0,92	4,71	6,58	0,70	0,08	0,01	0,09	0,10	7,1

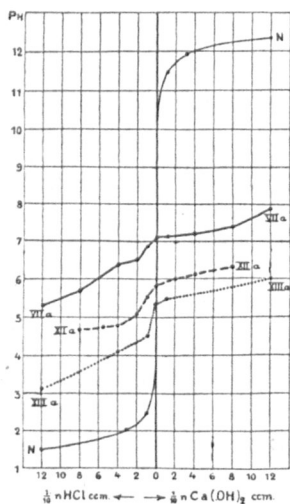


Fig. 2. Titrierungskurven mit Torfböden.

Die mit dieser Probe erhaltene Titrierungskurve (Fig. 2 VII a), die sich auf 5 g Trockensubstanz bezieht, zeigt eine, für Torfböden gewöhnliche grosse Widerstandsfähigkeit gegen Alkali. Die aktuelle Nachgiebigkeit gegen Alkali ist 0. Mit Säure ändert sich die Reaktion etwas leichter. Die aktuelle Nachgiebigkeit gegen Säuren ist 0,2 p<sup>H</sup>-Einheiten.

Nitrifizierung trat weder in ungeimpften noch in geimpften Lösungskulturen ein. In angefeuchteten, geimpften Proben war die Reaktion auch ohne  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz kräftig. Von den Mannitkulturen gab die ohne  $\text{CaCO}_3$  eine sehr kümmerliche Vegetation. Geruch nach Valeriansäure war deutlich zu spüren. Mit  $\text{CaCO}_3$  entstand eine ausgezeichnete, dunkelbraune, gallertartige Pilzvegetation, die unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen 4,6 mg N auf 1 g gebotener Mannit

fixierte. Wurde aus dieser Vegetation in eine  $\text{CaCO}_3$ -freie Mannitlösung geimpft, so war die fixierte N-Menge nur 1,2 mg.

<sup>1)</sup> Da in humusreichen Böden der N ausschliesslich, das Ca grösstenteils an der organischen Substanz gebunden ist, werden sie in Proz. auf org. Subst. + CaO berechnet. Dies ist nicht völlig korrekt, weil auch aus den mineralischen Beimischungen sich etwas Kalk löst. Der Fehler ist jedoch bei humus- und kalkreichen Böden klein.

VIII. CAREX GOODENOWII-KRAUTRIECHES HYPNUM TRICHOIDES-SPHAGNUM WARNSTORFII-MOOR; Paltamo, Melalahti. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 12.

Die Probefläche liegt in der Nähe und westlich von einem niedrigen Dolomitschiefer-rücken. Die Lage ist offen und plan. Feuchtigkeit 6—7. Die Bodenart war tiefer, gut vermoderter Niedermoortorf.

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG, N und org. Subst. H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org.	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>		
			Subst.	gef.	ber.	gef.	ber.					
VIIIa	Torf	20 cm	71,1	2,91	3,77	3,59	4,81	0,12	0,09	0,01	0,05	6,0

Die Nitrifizierung wurde nur nach Impfung untersucht. Sie war mit und ohne CaCO<sub>3</sub>-Zusatz in Lösungen mässig, in angefeuchteten Kulturen stark. Auch die Mannit-Anreicherungskulturen zeigten beinahe keinen Unterschied zwischen den CaCO<sub>3</sub>-haltigen und CaCO<sub>3</sub>-freien Proben. Die Vegetation war in beiden eine ziemlich gute, dunkelgraue Pilzdecke.

Das gras- und krautreiche *Paludella*-Moor. Von dieser Gesellschaft, die in den, von mir beobachteten Fällen durch Übergänge mit dem vorigen verbunden war, besitze ich nur eine Aufnahme (Tabelle I N:o 13). Es scheint auch der Zusammensetzung der Feldschicht nach mit dem *Hypnum trichoides*-Moor nahe verwandt zu sein.

IX. KLEINSEGGENREICHES PALUDELLA SQUARROSA-MOOR; Kaavi, Luikonlahti. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 13.

Lage plan und offen, Feuchtigkeit etwa 7. Die Bodenart war tiefer, schwach vermoderter Niedermoortorf.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
			gef.		gef.						
IXa	Torf	10 cm	2,32	0,49	1,30	0,46	0,04	0,07	0,05	0,04	5,6

Nitrifizierung trat in Lösungen weder mit noch ohne CaCO<sub>3</sub> ein, auch nicht wenn geimpft wurde. Eine geimpfte Kultur mit feuchter Erde gab dagegen gute Reaktion. Die Mannitkultur ohne CaCO<sub>3</sub> gab kaum Spuren von Entwicklung, die mit CaCO<sub>3</sub> dagegen zeigte eine gute Pilzvegetation, welche die Flüssigkeit klar gelb färbte. Sie fixierte unter den gewöhnlichen Bedingungen 3,0 mg N pro 1 g gebotener Mannit.

### Sphagnum-Niedermoore.

Die Vegetationsaufnahmen von den sog. *Sphagnum*-Niedermooren stammen aus denselben Gegenden wie die obigen. In anderen Teilen des Landes dürften z. B. *Sphagnum teres* und *subsecundum* die am meisten hervortretenden Arten dieser, sehr wenig bekannten Pflanzengesellschaften sein. In den, von mir aufgenommenen Vereinen war aber *Sphagnum Warnstorffii* entschieden die vorherrschende Art, so dass man von *Sphagnum Warnstorffii*-Moore sprechen kann.

Die *Sphagnum Warnstorffii*-Moore (Tabelle II N:o 1—6) sind sehr artenreiche Pflanzengesellschaften. In der Bodenschicht kommen häufig *Hypnum trichoides* und *Paludella* vor, wodurch sie sich den *Hypnum trichoides*-Braunmooren nähern. Die Feldschicht kann die verschiedensten Gräser und Kräuter enthalten, von denen aber nur wenige öfter wiederkehren und selten eine Art zur Vorherrschaft gelangt. Unter den allgemeineren seien genannt: *Carex dioeca*, *Eriophorum latifolium*, *Aracium paludosum*, *Equisetum palustre*, *Melampyrum pratense*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Viola palustris*.

X. KLEINSEGGENREICHES SPHAGNUM WARNSTORFFII-MOOR; Juuka, Juuanvaara. Vegetationsaufnahme Tabelle II N:o 1.

Lage offen, plan; Feuchtigkeit etwa 7. Bodenprofil:

0—10 cm *Sphagnum*-Torf  
10— schwach vermoderter *Ambl. badium*-Torf.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
Xa	Torf	10—15 cm	1,31	2,23	0,30	0,07	0,06	0,10	6,7

Nitrifizierung kam in den Lösungskulturen weder mit CaCO<sub>3</sub> noch nach Impfung zustande. Nach Zusatz von CaCO<sub>3</sub> zu einer angefeuchteten, geimpften Bodenprobe wurde eine gute Reaktion erhalten. Von den Mannitkulturen gab die CaCO<sub>3</sub>-freie nur eine schwache, die CaCO<sub>3</sub>-Kultur aber eine gute, braune, gallertartige Pilzvegetation.

XI. CAREX GOODENOWII-KRAUTREICHES SPHAGNUM WARNSTORFFII-MOOR; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle II N:o 2.

Die Probestfläche liegt in der Nähe von dem See Louhilampi. Das ganze Moor weist grosse, mit Kiefern, Fichten, Grauerlen und Wacholdern bewachsene Büten auf. Die Lage war plan, der Standort etwas durch die Bäume beschattet. Feuchtigkeit 7. Die Bodenart war tiefer, mässig vermoderter Niedermoortorf.

Tabelle II.

1—6 *Sphagnum Warnstorffii*-Niedermoore, 7—9 nackte Niedermoore.

1. Juuka, Juuanvaara Mantilanniemi. 26/6 1921.
2. Kaavi, Niinivaara Lohilammen letto. 18/6 1921.
3. Juuka, Halivaara. 21/6 1921.
4. Puolanka, Pihlajavaara. 26/7 1921.
5. Puolanka, Pihlajavaara. 26/7 1921.
6. Puolanka, Salmijärvi. 27/7 1921.
7. Juuka, Halivaara. 20/6 1921.
8. Paltamo, Melalahti. 25/7 1921.
9. Juuka, Vesivaara, bald nördlich des Sees Kuusjärvi. 22/6 1921.

[illegible]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Carex polygama</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	3
» <i>stellulata</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Eriophorum gracile</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—
» <i>latifolium</i> .....	1	2	2	2	2	—	3	—	1
<i>Festuca rubra</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Juncus stygius</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Molinia coerulea</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	2	—
<i>Nardus stricta</i> .....	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Phragmites communis</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Poa pratensis</i> .....	—	—	—	1	2	—	—	—	—
<i>Rhynchospora alba</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Scirpus caespitosus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2
» <i>trichophorum</i> .....	2	—	—	—	—	—	2	3	—
Kräuter.									
<i>Angelica silvestris</i> .....	—	2	1	2	2	—	—	—	—
<i>Aracium paludosum</i> .....	—	4	3	2	2	—	—	—	—
<i>Caltha palustris</i> .....	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Cirsium heterophyllum</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Comarum palustre</i> .....	2	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Drosera anglica</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	1
» <i>rotundifolia</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Epilobium palustre</i> .....	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Equisetum limosum</i> .....	1	2	—	—	—	2	—	—	—
» <i>palustre</i> .....	—	—	1	4	2	—	—	—	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	2	2	—	—	—	—	—	—
<i>Galium palustre</i> .....	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Geranium silvaticum</i> .....	—	1	—	—	2	—	—	—	—
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	1	2	2	—	—	—	—
<i>Gymnadenia conopsea</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Helleborine palustris</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Listera ovata</i> .....	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	—	—	—	2	1	2	—	—	—
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	2	—	—	—	—	4	1	—	—
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Orchis incarnatus</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—
» <i>maculatus</i> .....	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Parnassia palustris</i> .....	—	—	1	2	2	—	—	—	—
<i>Pedicularis palustris</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pinguicula vulgaris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Polygonum viviparum</i> .....	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Potentilla erecta</i> .....	2	—	3	—	—	—	1	—	—
<i>Pyrola rotundifolia</i> .....	1	—	—	—	—	1	—	—	—
» <i>secunda</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ranunculus acris</i> .....	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Rubus arcticus</i> .....	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Selaginella selaginoides</i> .....	—	2	2	—	3	—	—	2	—
<i>Tofieldia palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Trientalis europaea</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Vicia cracca</i> .....	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Viola epipsila</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—
» <i>palustris</i> .....	—	—	2	2	2	—	—	—	—
Bodenschicht.									
<i>Amblystegium revolvens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—
» <i>scorpioides</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	2
» <i>stellatum</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—
» <i>stramineum</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	2	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Dicranum Bonjeani</i> .....	—	—	—	—	2	2	—	—	—
<i>Hypnum trichoides</i> .....	—	2	—	—	2	2	—	—	—
<i>Paludella squarrosa</i> .....	—	2	2	—	2	2	—	—	—
<i>Sphagnum Warnstorffii</i> .....	5	5	4	5	4	4	—	—	—
<i>Thuidium Blandowii</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Utricularia minor</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	p <sup>H</sup>
XIa	Torf	10 cm	2,31	1,22	0,35	6,5

Eine gute Nitrifizierung trat schon ohne Impfung in der CaCO<sub>3</sub>-Lösungskultur ein. Auch ohne CaCO<sub>3</sub>, wurde in einer angefeuchteten Bodenprobe eine mässige Reaktion erhalten. Die Mannitkulturen gaben gutes, gelbes Pilzmycel, das die Nährflüssigkeit klargelb färbte. Die Vegetation war mit CaCO<sub>3</sub> etwas besser als ohne. Mit CaCO<sub>3</sub> wurde 3,0, ohne CaCO<sub>3</sub> 2,4 mg N auf 1 g zugegebener Mannit fixiert.

XII. KRAUTREICHES SPHAGNUM WARNSTORFFII-MOOR; Puolanka, Salmijärvi. Vegetationsaufnahme Tabelle II N:o 6.

Ein weites, mit einzelnen Birken bewachsenes Moor. In der Umgebung begegnet man hier und da Dolomittfelsen. Die Lage war plan und offen, die Feuchtigkeit 7. Bodenart tiefer, mässig vermoderter Niedermoororf.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org.	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>		
			Subst.	gef.	ber.	gef.	ber.					
XIIa	Torf	10 cm	77,2	2,42	3,14	3,71	4,59	0,29	0,07	0,03	0,06	5,8

Die Titrierungskurve (Fig. 2 XII a S. 32) wurde mit Torfmengen von je 5 g gemacht und zeigt eine beträchtliche Pufferstärke gegen Alkali (aktuelle Nachgiebigkeit etwa 0,1). Gegen Säure ist die Reaktion viel weniger resistent (aktuelle Nachgiebigkeit 0,3), was in betracht des hohen Ca-Gehaltes des Torfes bemerkenswert ist. Erst bei etwa  $p^H_{4,5-4,7}$  scheint eine gewisse Stabilität der Reaktion einzutreten.

Gute Nitrifizierung wurde nur in einer geimpften, angefeuchteten Kultur mit  $CaCO_3$  erzielt. Die Mannit-Anreicherungskulturen gaben mit und ohne  $CaCO_3$  eine mässige, graugelbe Pilzvegetation.

### Nackte Niedermoore.

Von den nackten Niedermooren besitze ich nur wenige Aufnahmen. Sie sind ja dadurch gekennzeichnet, dass sie keine geschlossene Bodenschicht haben, weshalb der Torfboden zwischen den mehr oder weniger lichten Individuen der Feldschicht bloss oder höchstens von Algen bedeckt daliegt.

Im südlichen Finnland spielen sie nur eine unbedeutende Rolle als kleine offene Partien an den Rändern von anderen Moortypen oder sonst im Zusammenhang mit diesen. Gegen Norden werden sie immer allgemeiner und haben schon in den früher genannten Gebieten in den nördlichen Teilen von Savolax und Karelän sowie in Österbotten eine ziemlich grosse Ausdehnung.

Unter den nackten Niedermooren gibt es mehrere verschiedene Typen. Hier mögen nur ein paar Beispiele angeführt werden: Tabelle II N:o 9 zeigt eine artenarme Form in der *Carex polygama*, *Scirpus caespitosus* und *Phragmites* die Hauptrolle spielen. Die zwei übrigen Beispiele (Tabelle II N:o 7—8) zeigen eine üppigere Vegetation und nähern sich hierdurch wie auch durch das Vorhandensein von spärlichen Braunmoosen in der Bodenschicht den Braunmooren. Dieselben Arten, die für diese charakteristisch waren, kehren auch hier im grossen ganzen wieder.

XIII. GRASREICHES, NACKTES NIEDERMOOR; Juuka, Halivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle II N:o 7.

Die Probefläche lag auf einem beinahe planen, offenen Moor in der Nähe von Halivaara. Die Bodenart war tiefer Dytorf. Die Feuchtigkeit wurde auf 8 geschätzt; das Wasser schien sich langsam zu bewegen.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH, org. Subst. E. STÄHLBERG):

Probe	Boden- art	Tiefe	Org. Subst.	N gef.	N ber.	CaO gef.	CaO ber.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
XIIIa	Torf	10 cm	80,5	3,04	3,78	0,36	0,45	0,03	0,02	0,04	0,02	5,4

Die Titrierungskurve (Fig. 2 XIII a S. 32), die sich leider aus zu wenigen Bestimmungen mit je 5 g Torf zusammensetzt, zeigt gegen Alkali die gewöhnliche



grosse Resistenz (aktuelle Nachgiebigkeit 0,1). Gegen Säure ist dagegen die Nachgiebigkeit ungewöhnlich gross.

Die Nitrifizierung gelang in ungeimpften und  $\text{CaCO}_3$ -freien Kulturen nicht. Dagegen gab eine geimpfte,  $\text{CaCO}_3$ -haltige Lösungskultur gute Reaktion. Von den Mannitkulturen roch die ohne  $\text{CaCO}_3$  nach Buttersäure; das Pilzmycel war schlecht, die N-Fixierung kaum messbar. Dagegen entwickelte sich mit  $\text{CaCO}_3$  eine gute, dunkelbraune Pilzvegetation, die 5,6 mg N, den grössten, bisjetzt gefundenen Betrag, auf 1 g Mannit fixierte.

XIV. SCIRPUS TRICHOPHORUM-REICHES NACKTES NIEDERMOOR; Paltamo, Melalahti. Vegetationsaufnahme Tabelle II N:o 8.

Das Moor bildete ziemlich grosse Flecken in einem Moorgebüsch. Die Lage war offen und plan, die Bodenart tiefer Dyrtorf, die Feuchtigkeit etwa 8.

Die Bodenprobe stammt aus 20 cm Tiefe. Sie wurde nur auf ihr  $\text{p}^{\text{H}}$  und mikrobiologisch untersucht. Die Reaktion war sauer,  $\text{p}^{\text{H}}$  5,8. Nitrifizierung fand nicht ohne Impfung statt. Nach dem Impfen gaben schon die Lösungskulturen ein Ergebnis, die ohne  $\text{CaCO}_3$  eine schwache, die mit  $\text{CaCO}_3$  eine mässige Reaktion. Die Mannitkulturen gaben beide ein mässiges bis schwaches Pilzmycel.

XV. Zu den Moorwiesen ist am nächsten die unten behandelte KRAUT-REICHE CAREX CAPILLARIS-WIESE zu zählen. Ihre Feldschicht ist gut entwickelt, ausserdem findet sich in der Bodenschicht reichlich für die oben besprochenen kalkliebenden Niedermoorgesellschaften charakteristische Moose. Die Vegetationsaufnahme wurde am 27 Juli 1921 in Puolanka, Salmijärvi nördlich von dem Uleå-See gemacht.

Feldschicht: Gräser: *Carex capillaris* 3, *C. pallescens* 3, *Agrostis capillaris* 3-, *Festuca rubra* 2-, *Carex vaginata* 1, *Deschampsia caespitosa* 1, *Luzula sudetica* 1. Kräuter: *Polygonum viviparum* 3, *Aracium paludosum* 3-, *Filipendula ulmaria* 2, *Ranunculus acris* 2, *Galium uliginosum* 2, *Parnassia palustris* 2-, *Selaginella selaginoides* 2-, *Galium palustre* 1, *Trifolium pratense* 1, *Tr. repens* 1, *Angelica silvestris* 1, *Equisetum palustre* 1.  
Bodenschicht: *Sphagnum Warnstorffii* 4, *Hypnum trichoides* 2.

In der Nähe der Probefläche befinden sich flache Dolomittfelsen. Die Lage war offen und schwach nach W geneigt, die Feuchtigkeit 5—6. Bodenprofil:

0—40 cm gut vermoderter Torf  
40— sandige Moräne.

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG, org. Subst. H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO gef. ber.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\text{p}^{\text{H}}$
XVa	Torf	10 cm	67,06	4,62 6,45	0,18	0,02	0,06	0,09	6,4

Nitrifizierung fand nach Impfung sowohl mit als ohne  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz statt, wurde aber von  $\text{CaCO}_3$  deutlich befördert. Die Mannitkulturen gaben mit und ohne  $\text{CaCO}_3$  mässige Pilzentwicklung.

### Besprechung.

Sämtliche Moortypen, ausser vielleicht den beiden *Amblystegium scorpioides*-Mooren, sind als mehr oder weniger kalkbegünstigt zu betrachten, weniger die nackten Grasmoore, mehr die krautreichen *Hypnum trichoides*-Moore. In derartigem Artenreichtum treten sie kaum ausser in solchen Gegenden des finnländischen Festlandes auf, wo  $\text{CaCO}_3$ -enthaltende Gesteine vorkommen. Wenn man von den Moosen absieht, ist jedoch die Zahl der gewöhnlich als mehr ausgesprochen calciphil betrachteten Gefässpflanzen ziemlich bescheiden: *Carex capillaris* (nur in einer Moorwiese), *C. dioeca*, *Eriophorum latifolium*, *Helleborine palustris*, *Listera ovata*, *Orchis incarnatus* und *Selaginella selaginoides*. Das charakteristische liegt in der grossen Artenzahl von indifferenten oder höchstens sehr schwach kalkbegünstigten Pflanzen. Dies ist so zu verstehen, dass die sonst exklusiven Moorstandorte in Kalkgegenden andere Eigenschaften bekommen, die den eventuellen nachteiligen Einfluss der Nässe teilweise kompensieren und so einer Menge von Pflanzen den Zutritt eröffnen.

Da die Zufuhr von gelöstem Kalk und anderen Mineralstoffen zu den Mooren von den Kalkfelsen und Mineralböden her erfolgt, ist es eine natürliche und oft beobachtete Tatsache, dass die am meisten eutrafenten und kalkbegünstigten Moorgesellschaften an den Rändern (lagg) der Moorkomplexe angetroffen werden oder auch da, wo eine mässige Neigung für die stetige Bewegung des Bodenwassers sorgt. Diese Standortsbedingungen stimmen für die meisten der von mir untersuchten Probeflächen. In einigen Fällen (z. B. XII) lagen sie jedoch weiter vom Moorrande entfernt, wo sich die Vegetation sonst immer leichter in oligotrafenter Richtung entwickelt.

Die meisten Gesellschaften haben als Substrat über 1 m tiefen Torf gehabt, dessen botanische Zusammensetzung wegen des meist vorgeschrittenen Vermoderungsgrades makroskopisch oft schwer festzustellen war. Nur das, auf einem sanften Moränenabhange gelegene *Hypnum trichoides*-Moor (V) und die *Carex capillaris*-Moorwiese wuchsen auf dünnen Torfschichten.

In Bezug auf die Feuchtigkeit ist das *Amblystegium scorpioides*-Moor als das am meisten hydrophile (9) zu betrachten. Danach kommen *Amblystegium revolvens*- und *badium*-Moore sowie die nackten Niedermoore<sup>1)</sup>. (8). Etwas

<sup>1)</sup> Unter diesen trifft man häufig Gesellschaften, die noch stärker feuchtigkeitsliebend sind.

weniger hydrophil scheinen unter den Braunmooren das *Ambl. stellatum*-, das *Hypnum trichoides*- und das *Paludella*-Moor zu sein (7, bzw. 6—7) und derselbe Feuchtigkeitsgrad ist auch den *Sphagnum Warnstorffii*-Mooren günstig.

Ihren Charakter als »Kalkmoore« geben die behandelten Gesellschaften durch einen im allgemeinen *ziemlich hohen Gehalt an leichtlöslichem Ca* im Substrate an. Dieser schwankte in den Braunmooren zwischen 1,30—4,71 Proz. Die *Sphagnum Warnstorffii*-Moore gediehen auch auf bisweilen stark Ca-haltigem Substrat (1,22—3,71 Proz. CaO). Das untersuchte nackte Niedermoor war kalkarm (0,36 Proz. CaO). Dagegen war der Kalkgehalt der *Carex capillaris*-Moorwiese erwartungsgemäss bedeutend (gefunden 4,62 Proz., auf die organische Substanz + CaO berechnet 6,45 Proz. CaO). Diese Werte stimmen mit den Befunden anderer finnländischer Forscher gut überein. So erhielt VALMARI in den Böden dreier Braunmoorwiesen 2,58—4,48 Proz. CaO, WARÉN fand im *Paludella-Sphagnum*-Torf 2,0 Proz. CaO und KOTILAINEN in der *Amblystegium-Cyperaceae*-Torfartgruppe 0,94—4,26 Proz. CaO.

Wenn der Kalk in Form von löslichem, saurem Calciumkarbonat mit dem Wasser in die Moore gelangt, setzt er sich hier mit den organischen Bestandteilen des Bodens um, wobei diese neutralisiert und in gewissem Grade gesättigt werden. Dabei bleiben in der Regel keine nachweisbare Mengen Karbonat im Torfe zurück, was auch die niedrigen, von denen anderer kalkarmer Böden sich kaum unterscheidenden CO<sub>2</sub>-Beträge zeigen. Erst wenn der Sättigungsgrad ganz oder beinahe erreicht ist, kann Kalkkarbonat im Torfe zu finden sein. Wahrscheinlich war dies in den Proben V a und VII a der Fall, wo so hohe Kohlendioxidgehalte wie 0,80—0,92 Proz. gefunden wurden.

Mit der stetigen Zufuhr kalkhaltigen Wassers und der dadurch bewirkten Sättigung des Torfes hängen die hohen p<sup>H</sup>-Werte zusammen. *Die Reaktion der meisten untersuchten Moorgesellschaften hat sich nämlich nur wenig vom Neutralpunkte entfernt.* Eine neutrale Reaktion (p<sup>H</sup> 7,0—7,1) ist im Torfe zweier Moore, eines *Amblystegium badium*- und eines *Hypnum trichoides*-Moors gefunden worden. Die meisten Braunmoore wie auch die *Sphagnum Warnstorffii*-Moore haben sich in den Grenzen p<sup>H</sup> 6,0—6,7 gehalten. Etwas saurere Reaktion (p<sup>H</sup> 5,6—5,8) wurde in einem *Paludella*-Moor und dem grossen *Sphagnum Warnstorffii*-Moor von Puolanka, Salmijärvi (XII) gefunden. Auch die zwei nackten Niedermoores waren deutlich sauer (p<sup>H</sup> 5,4—5,6). KOTILAINEN hat später eine grosse Menge Braunmoore, Rimpi-Braunmoore und Braunmoorbrüche (CAJANDER 1913), also ausser wahren Braunmooren auch einige Moorwälder und nackte Niedermoores untersucht und findet in diesen Reaktionszahlen 4,5—7,2, meist jedoch 5,2—5,8. Die Zahlen, und noch mehr die aus oligotrafenten Mooren erhaltenen, liegen im allgemeinen bedeutend niedriger als meine, was auf der verschiedenen Methodik beruhen dürfte. KOTILAINEN hat seine Bestimmungen mit TRÉNELS Azidimeter unter Zusatz

von einer Kinhydronlösung zu den Torfproben ausgeführt, wogegen ich, wie gesagt, die Wasserstoffelektrode von MICHAELIS und möglichst dicke Aufschwemmungen benutzte.<sup>1)</sup> Die Reaktion ist in Torfböden gewöhnlich sehr stabil. Dies zeigen auch die Kurven für die Proben VII und XII wogegen die Probe XIII eine für diese Böden ungewöhnlich grosse Nachgiebigkeit gegen Säure aufweist.

Wenn auch die verhältnismässig neutrale Reaktion in den meisten Fällen durch den Kalk bewirkt wird, so besteht doch, wie bekannt (vergl. z. B. WARÉN S. 79), keine strenge Proportionalität zwischen den  $p^H$ -Zahlen und dem Kalkgehalte. Trotz des hohen Kalkbetrages (gef. 3,71, ber. 4,59 Proz. CaO) ist die Reaktion des *Sphagnum Warnstorffii*-Moore XII deutlich sauer ( $p^H$  5,8). Andererseits ist das *Amblystegium scorpioides*-Moor I sehr kalkarm (0,28 Proz. CaO), aber nichtsdestoweniger beinahe neutral ( $p^H$  6,5), hier offenbar weil es am Rande eines kleinen Sees vorkommt, dessen Wasser die neutrale Reaktion aufrecht erhält.

Der hohe Kalkgehalt und vor allem die neutrale oder nur wenig saure Reaktion des Torfes sind ohne Zweifel wichtige Eigenschaften, wodurch die untersuchten Moorböden sich in einer für die meisten Pflanzen vorteilhaften Richtung von den gewöhnlichen unterscheiden. Etwas ähnliches kann nicht aus den Analysen der übrigen leichtlöslichen Mineralstoffe gelesen werden. Sie gaben meist Werte, die wenigstens nicht höher waren als in anderen Torfarten, eher niedriger. Die Prozentzahlen für MgO schwankten zwischen 0,03—0,30; nur in der Serpentinegend von Kaavi wurden höhere Beträge 0,35—0,70 erhalten. Die Kalimengen betrugen 0,02—0,14 Proz. K<sub>2</sub>O; die höchsten Zahlen (0,10—0,14 Proz.) wurden in den, auf Moräne ruhenden, verhältnismässig dünnen Torfschichten der Moore V und VI erhalten. Die Na<sub>2</sub>O-Beträge, die man bei den Analysen beinahe umsonst bekommt, waren durchgehend sehr niedrig (0,01—0,08 Proz.). Die Phosphorbestimmungen gaben 0,02—0,10 Proz. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und die Schwefelbestimmungen 0,04—0,10 Proz. SO<sub>3</sub>. Der von allen an leichtlöslichen Mineralstoffen ärmste Boden war der, des grasreichen, nackten Niedermoores aus Juuka, Halivaara (MgO 0,031, K<sub>2</sub>O 0,02 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,02 Proz.). — Zum Vergleich seien die Prozentzahlen von WARÉN zitiert, die er ohne einen bestimmten Zusammenhang mit der botanischen Komposition der Moore in verschiedenen Torfproben erhielt: MgO 0,04—0,25, K<sub>2</sub>O 0,01—0,28, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Spuren —0,13 Proz.

Im Gegensatz zu den Mineralstoffen ist der Totalstickstoffgehalt in den untersuchten Braunmooren recht bedeutend gewesen. Er betrug nämlich 1,72—3,08 Proz. In den *Sphagnum Warnstorffii*-Mooren war er 1,31—2,42 Proz. Auch

<sup>1)</sup> In Norwegen findet CHRISTOPHERSEN in den *Amblystegium*-Mooren  $p^H$  5,3—6,7, was mit meinen Werten gut übereinstimmt.

das nackte Niedermoor von Halivaara zeichnete sich durch eine sehr hohe Prozentzahl (3,04) aus. Zum Vergleich sei erwähnt, dass VALMARI in Braunmoorwiesen-Torf 1,52—3,07 Proz. und WARÉN in *Paludella-Sphagnum*-Torf 2,9 Proz. N erhielten. KOTILAINEN gibt für seine *Amblystegium-Cyperaceae*-Torfartsguppe 1,26—2,95 Proz. an.

Wir kommen jetzt auf die mikrobiologischen Eigenschaften der untersuchten Torfarten zu sprechen und haben zuerst festzustellen, dass die stickstofffixierende Mikroflora gewöhnlich reichlich vertreten gewesen ist. In den allermeisten Fällen kam wenigstens nach  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz eine ausgiebige Vegetation zustande, die nicht geringe N-Beträge aus der Luft fixierte. Es handelt sich um Mengen von 2,8—5,6 mg N bei annäherndem Verbrauch von 1 g Mannit. Ohne  $\text{CaCO}_3$  war das Wachstum meist viel schwächer und der fixierte N-Betrag, nach ein paar Analysen zu urteilen, auch geringer. Da die N-Fixierung von der Art und Menge der vorhandenen Kohlenstoffquelle sowie von vielen anderen unbekannten Umständen abhängig ist, kann man sich natürlich nicht auf Grund der Laboratoriumversuche über die tatsächlich im Boden stattfindenden Vorgänge äussern. *Das Vorhandensein von stark N-fixierenden Mikroorganismengesellschaften in diesen Torfen ist jedoch bewiesen, was immerhin von grosser Bedeutung sein dürfte.* Durch die sehr wahrscheinlich wirklich stattfindende N-Sammlung im Boden können auch die hohen Totalstickstoffzahlen erklärt werden. Trotzdem dass jährlich bedeutende N-Mengen von der üppigen Vegetation aufgenommen und in den, an Mächtigkeit immer wachsenden Torfschichten festgelegt werden, hält sich der N-Gehalt im Gegensatz zu den Mineralstoffbeträgen hoch. Sehr auffallend sind der grosse N-Gehalt und die starke Fixierungsfähigkeit der Mikroorganismen in der Torfprobe XIII aus Juuka, Halivaara. Wahrscheinlich findet die reiche Grasvegetation hierdurch eine gewisse Kompensation für die ungünstigen Umstände, die ein sehr niedriger Gehalt an leichtlöslichen Mineralnährstoffen und eine ziemlich saure, dazu nach der sauren Seite nachgiebige Reaktion darstellen.

Der Stickstoff scheint in diesen Torfböden wenigstens nicht regelmässig nitrifiziert zu werden. Zwar eignen sie sich für die Nitrifizierung gut, es sieht aber so aus, als ob die betreffenden Bakterien oft fehlten, da *die Nitratreaktion meist erst nach Impfung zustandekommt.* In vielen Fällen war der Versuch erst erfolgreich, wenn die zum Lagern hingestellten Bodenproben angefeuchtet wurden. Dies gilt besonders für die Versuche ohne Zusatz von  $\text{CaCO}_3$ . Die meisten Proben gaben auch ohne  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz Nitratreaktion, wenn auch diese durch Karbonat oft deutlich gefördert wurde. Einige regelmässigen Unterschiede zwischen den verschiedenen Moorgesellschaften in bezug auf die Nitrifizierung können nicht festgestellt werden.

## II. Wiesen und Wiesenwälder auf Åland.

Die s. g. Laubwiesen Ålands und die sich ihnen anschliessenden wiesenartigen Vegetationstypen sind ausführlich von PALMGREN (1915—16) beschrieben worden. Er bezeichnet sie als mehr oder weniger für kalkreiche Böden charakteristisch. Bodenuntersuchungen sind jedoch nicht vorgenommen worden. Während des Sommers 1924 hatte ich Gelegenheit zusammen mit Prof. Dr. BENJ. FROSTERUS eine Reise durch Åland vorzunehmen und machte dabei einige Vegetationsaufnahmen sowie Beobachtungen über die Standorte einiger, als kalkliebend betrachteten Pflanzengesellschaften. Im Laboratorium wurden im folgenden Herbst einige mitgenommene Bodenproben untersucht. Es wurden die Gehalte an in 4 prozentiger HCl löslichem Kalk, oft auch übrigen leichtlöslichen Nährstoffen analysiert. In den Bodenproben wurde ausserdem die Reaktion elektrometrisch und kolorimetrisch bestimmt, sowie einige Titrierungskurven ermittelt.

### Sesleria-Wiesen.

Während die meisten in einer gewissen Gegend als kalkstet oder kalkhold bezeichneten Gefässpflanzen unter Umständen auch ohne Kalkkarbonat vorkommen können, ist, soweit ich die Literatur überblicken kann, *Sesleria coerulea* von sämtlichen Autoren unter den ausgesprochenen Kalkpflanzen aufgezählt worden. Auf Åland ist dieses Gras (nur das Subspezies *uliginosa* kommt vor) sehr verbreitet, mangelt aber vollständig auf dem Festlande. Nach PALMGREN (1921) sind die östlichsten Fundorte auf Vårdö und Sottunga gelegen, also schon etwas westlich von der Grenze der Silurmoräne. Über *Sesleria coerulea* sagt PALMGREN (S. 91): »Häufig im Westlichen und Östlichen Åland und in Vårdö, mit abnehmender Frequenz in Föglö, Sottunga und Kökar.«

*Sesleria coerulea* tritt als Charakterpflanze in einigen gewöhnlich an niedrigen Kräutern reichen Wiesen auf, die auf Åland wie in den schwedischen Schären jenseits des Åland-Meers oft unmittelbar in der Nähe von dem Meeresstrande auftreten, näher gesagt eine supralitorale (epilitorale) Lage haben. Ausserdem kommen *Sesleria*-Wiesen auf Åland häufig auch in weiterer Entfernung vom Meere vor. Sie sind früher von PALMGREN (1915—16) geschildert worden, der zwei Typen: »die typische *Sesleria*-Wiese» und »die höhere *Sesleria*-Wiese» unterscheidet. Meine Beispiele wären der Zusammensetzung nach zu den »höheren *Sesleria*-Wiesen» zu zählen.

Es werden hier einige Vegetationsaufnahmen und die dazu gehörigen Standortsbeobachtungen erwähnt.

I. SESLERIA-WIESE, Lemland, Nåtö. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 1.

Die Probefläche lag supralitoral am W-Strande des Inselns etwa 1 m ü. d. M. und war beinahe plan. Die Feuchtigkeit wurde auf 6 geschätzt. Das Bodenprofil hatte folgendes Aussehen:

0—7	cm sandiger Mull.
7—27	» Schwemmsand.
27—35	» Schwemmtton mit Sandschichten.
35—	» lehmreiche, karbonatführende Moräne (braust).

Die Analysen-ergaben (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		p <sup>H</sup>
				gef.	ber.	
Ia	Mull	5 cm	24,43	1,41	5,46	6,7
Ib	Ton	30 »		0,18		6,9
Ic	Moräne	50 »		1,79		7,8

II. SESLERIA-WIESE, Hammarland, Kirchdorf. 4/8 1924.

In der Vegetation dominierten ausser *Sesleria*, *Sieglingia decumbens*, *Carex diversicolor* und *panicea* und *Linum catharticum*. In der Nähe Gebüsch von *Myrica gale*. Die Probefläche, weit vom Meer entfernt, lag plan und offen. Die Feuchtigkeit war etwa 6—7. Bodenprofil:

0—20	cm torfartiger Mull.
20—40	» grober Meeressand.
40—	» lehmige Moräne vom Typus der Silurmoräne, aber bei 50 cm noch nicht brausend.

Im Laboratorium wurden nur p<sup>H</sup>-Bestimmungen gemacht:

Probe IIa	Mull 10 cm	p <sup>H</sup> 6,5
» IIb	Sand 35 »	» 7,0

III. SESLERIA-WIESE, Jomala, Överby. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 2. Probefläche plan, Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—30	cm sandiger Mull.
30—	» sandige Silurmoräne (braust)

p<sup>H</sup>-Bestimmungen in Parallelproben 10 m von einander entfernt genommen:

Probe IIIa	Mull	5 cm	p <sup>H</sup> 6,7
»	»	»	» 6,6
»	IIIb Moräne	40-50	» 8,0-8,3 <sup>1)</sup>
»	»	»	» 8,1-8,4

<sup>1)</sup> Die p<sup>H</sup>-Bestimmungen gaben sehr variierende Ergebnisse.

Tabelle III.

Wiesen. 1—4 *Sesleria*-Wiesen, 5 Krautwiese und 6 krautreiche Kleinseggenwiese.

1. Lemland, Nåtö in der Nähe des Dorfes am W-Strande des Insel. 29/7 1924.

2. Jomala, Överby zwischen dem Dorfe und die Kirche. 28/7 1924.

3. Eckerö, Storby etwa 1 km N vom Dorfe. 6/8 1924.

4. Eckerö, Storby an der Landstrasse bald E vom Zollhaus. 6/8 1924.

5. Saltvik, Haga E vom Dorfe (Oxbetet). 30/7 1924.

6. Eckerö, Storby in der Nähe von N:o 3. 6/8 1924.

	1	2	3	4	5	6
<b>Baumschicht.</b>						
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	—	—	2	—	1
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	—	2
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	—	—	—	1+	—	1+
» <i>fennica</i> .....	—	—	—	—	—	1
<b>Gebüschschicht.</b>						
<i>Alnus glutinosa</i> .....	1	—	—	—	—	2
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Rhamnus frangula</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	—	—	—	—	—	1
<b>Feldschicht.</b>						
<b>Zwergsträucher.</b>						
<i>Betula pubescens</i> .....	—	1	—	—	—	—
<i>Rhamnus frangula</i> .....	—	—	—	—	—	1
<b>Gräser.</b>						
<i>Agrostis canina</i> .....	2	—	—	—	—	—
» <i>capillaris</i> .....	—	2	2	3	—	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....	—	3	—	2	—	—
<i>Avena pubescens</i> .....	—	—	—	—	2	—
<i>Briza media</i> .....	1	2	3	3	3	—
<i>Carex capillaris</i> .....	2+	—	—	3	—	3
» <i>diversicolor</i> .....	—	1	2	2	—	3
» <i>Goodenowii</i> .....	2	—	—	—	—	—
» <i>hornschuchiana</i> .....	—	—	—	—	—	3
» <i>pallens</i> .....	—	1	—	—	—	—
» <i>panicea</i> .....	4	3	1	—	—	2+
» <i>verna</i> .....	—	2	—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	1	—	—	1+	1	—



	1	2	3	4	5	6
<i>Equisetum arvense</i> .....	—	—	—	1+	—	—
» <i>palustre</i> .....	—	—	1+	—	—	3
<i>Eriophorum latifolium</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Festuca ovina</i> .....	1+	2	1+	2	3	—
» <i>pratensis</i> .....	—	—	—	—	1+	—
<i>Juncus alpinus</i> .....	1	—	—	—	—	2
<i>Luzula campestris</i> .....	—	2	2	—	2	—
<i>Molinia coerulea</i> .....	1	2	3	2	—	3
<i>Nardus stricta</i> .....	1	—	—	—	—	—
<i>Phleum pratense</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Sesleria coerulea</i> .....	3	4	4	3	1+	1+
<i>Sieglingia decumbens</i> .....	3+	3	—	1+	—	—
Kräuter.						
<i>Achillea millefolium</i> .....	—	2	—	—	2+	—
<i>Alchemilla vulgaris</i> .....	—	1	—	4	1	—
<i>Anemone nemorosa</i> .....	—	1	1	—	—	—
<i>Antennaria dioeca</i> .....	—	1	—	—	—	—
<i>Aracium paludosum</i> .....	—	—	2	1+	—	1
<i>Campanula rotundifolia</i> .....	—	—	1	2	—	—
<i>Carum carvi</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Centaurea jacea</i> .....	—	1	—	1	1	—
<i>Cerastium caespitosum</i> .....	—	—	—	1	1	—
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> ..	—	1	—	1	2	—
<i>Cirsium palustre</i> .....	—	—	1	—	—	—
<i>Filipendula hexapetala</i> .....	—	3	—	—	2	—
» <i>ulmaria</i> .....	3	1	1+	1+	—	1
<i>Galium boreale</i> .....	—	2	—	2	—	1
» <i>palustre</i> .....	1+	—	—	—	—	—
» <i>uliginosum</i> .....	2	1	1+	—	—	—
» <i>verum</i> .....	3	2	—	—	4	—
<i>Geum rivale</i> .....	2	2	2	—	1+	—
<i>Helleborine palustris</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Hypericum maculatum</i> .....	—	—	—	2	—	—
<i>Inula salicina</i> .....	—	1+	—	—	—	—
<i>Knautia arvensis</i> .....	—	—	—	1	—	—
<i>Lathyrus pratensis</i> .....	—	2	—	—	3	—
<i>Linum catharticum</i> .....	—	1	3+	2	1	—
<i>Listera ovata</i> .....	—	—	2	1+	—	—
<i>Lotus corniculatus</i> .....	1	—	—	—	1	—
<i>Mentha</i> sp. ....	1	—	—	—	—	—
<i>Ophioglossum vulgare</i> .....	—	2+	—	—	—	—
<i>Ophrys muscifera</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Parnassia palustris</i> .....	—	1	—	—	—	—
<i>Pinguicula vulgaris</i> .....	—	—	—	—	—	1

	1	2	3	4	5	6
<i>Plantago lanceolata</i> .....	—	—	2	3	1	—
» <i>media</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Polygala amarella</i> .....	—	—	1	—	—	—
<i>Polygonum viviparum</i> .....	—	3	2+	3	—	2
<i>Potentilla erecta</i> .....	4+	3	3	3	1+	3
<i>Primula farinosa</i> .....	3	1	1+	—	—	2
<i>Prunella vulgaris</i> .....	2	2+	—	2	—	—
<i>Ranunculus acris</i> .....	—	1	2	—	1+	—
» <i>auricomus</i> .....	—	1	—	—	—	—
<i>Rhinanthus minor</i> .....	—	1	3	1+	—	—
<i>Stellaria graminea</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Taraxacum</i> sp. ....	—	—	—	—	1+	—
<i>Trifolium medium</i> .....	—	1	—	—	—	—
» <i>pratense</i> .....	1	—	—	—	1	—
» <i>repens</i> .....	2	3	—	—	2	—
<i>Veronica chamaedrys</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Vicia cracca</i> .....	1+	1	1	—	—	—
<i>Viola canina</i> .....	2	1	—	—	—	—
» <i>palustris</i> .....	—	—	—	—	2	—
Bodenschicht.						
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	—	—	3	—	—	—
<i>Climacium dendroides</i> .....	—	2	—	—	—	—
<i>Hylacomium squarrosum</i> .....	—	2	—	—	—	—
<i>Hypnum stellatum</i> .....	2	—	—	—	—	1
» <i>trichoides</i> .....	—	—	—	—	—	2
<i>Mnium</i> sp. ....	—	—	—	—	—	1
<i>Selaginella selaginoides</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Thuidium</i> sp. ....	1	2	—	—	3	1

IV. SESLERIA-WIESE, Eckerö, Storby. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 3.

Die Probefläche war etwa 1 km nördlich vom Dorfe gelegen und ebenso weit vom Meere entfernt. Die Lage war plan, die Feuchtigkeit 6. Bodenprofil:

0—20 cm Mull

20—35 » Sand.

35— » lehmige Moräne mit viel Steinen, brausend von 40 cm an.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.				
IVa	Mull	5 cm	24,18	3,28	11,82	0,016	0,020	0,059	6,6
IVb	Moräne	55 »		6,07		0,10	0,041	0,114	7,8

Die Titrierungskurven in der Fig. 3 beziehen sich auf diese Proben.

V. SESLERIA-WIESE mit *Alnus glutinosa*, Eckerö, Storby. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 4.

Die Probefläche lag westlich vom Dorfe, unweit vom Meere auf einer kleinen, nach W abfallenden Anhöhe. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—18 cm sandiger Mull.  
18—95 » Dünensand.  
95— » steinige Moräne (brausend).

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
				gef.	ber.			
Va	Mull	5—10 cm	11,44	1,00	8,04	0,03	0,025	0,048 6,9
Vb	Sand	40—50 »		0,11		0,02	0,015	0,064 6,9

### Krautwiesen.

Ausser den oben behandelten Vegetationstypen, die, wenn auch *Sesleria* wegen seines wenig hervortretenden Habitus nicht physiognomisch dominiert, doch als *Sesleria*-Wiesen zusammengefasst werden können, sind noch ein paar andere Wiesen studiert worden, die teils als wahre Krautwiesen, teils als krautreiche Kleinseggenwiesen aufgefasst worden sind.

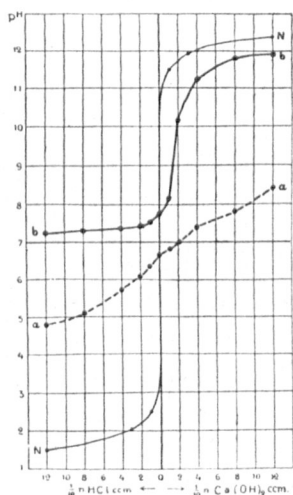


Fig. 3. Titrierungskurven eines Mullbodenprofils. a Mullschicht, b karbonathaltige Silurmoräne.



Fig. 4. Titrierungskurven. a Niedermoortorf, b ausgewaschener Meeresand.

VI. KRAUTWIESE, Saltvik, Haga Kungsgård. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 5.

Probefläche plan. Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

0—20 cm humusgemischter Ton  
20— » steifer Bänderton (brausend).

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	CO <sub>2</sub>	CaO	p <sup>H</sup>
VIa	Ton	5 cm	1,13	2,28	7,1
VIb	»	40 »	7,13	9,92	7,9

VII. KRAUTREICHE KLEINSEGGENWIESE mit *Alnus glutinosa* und *Betula pubescens*, Eckerö, Storby. Vegetationsaufnahme Tabelle III N:o 6.

Die Probefläche, nördlich vom Dorfe, war plan, aber lag nahe unter einem sanften Moränenabhang. Feuchtigkeit 7. Bodenprofil:

0—25 cm	gut vermoderter Niedermoortorf.
25—75 »	ausgewaschener Meeressand.
75—	» Moräne (brausend).

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>	
				gef.	ber.				
VIIa	Torf	10 cm	34,80	5,92	14,54	Spur	0,020	0,031	6,7
VIIb	Sand	40 »		0,04		0,01	0,007	0,049	6,8

Die Titreringskurven in Fig. 4 beziehen sich auf diese Proben.

Obwohl ausserhalb des amtlichen Åland gelegen, sollen hier noch zwei Wiesen behandelt werden, die Beziehungen zu den åländischen aufweisen. Die eine ist eine, ihrer Zusammensetzung nach typische åländische Krautwiese von der Insel Jungfruskär, die in der Meerenge Skiftet zwischen Åland und Åboland liegt, die andere ist eine krautreiche Kleinseggenwiese aus Töfsala im Åboland, die seit lange als Standort für *Primula farinosa*, eine ausserhalb Åland sehr seltene, kalkliebende Pflanze, bekannt ist.

VIII. KRAUTWIESE, Houtskär, Stor-Jungfruskär. 24/6 1925. Vegetation aus niedrigen Kräutern und Gräsern. *Orchis sambucinus* massenhaft. Probefläche plan, etwa 3 m ü. d. M. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—10 cm	Mull.
10—30 »	Ton mit etwas Steinen.
30—	» lehmige und tonige Moräne, von 40 cm an schwach brausend.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	p <sup>H</sup>	
				gef.	ber.	
VIIIa	Mull	5 cm	54,72	2,59	4,52	6,3
» b	Ton	20 »				6,8
» c	Moräne	50 »				7,8
» d	»	170 »		1,01		

IX. KRAUTREICHE KLEINSEGGENWIESE, Töfsala, Vehainen. 17/6 1925.

Vegetationsaufnahme:

Gräser: *Carex Goodenowii* 4+, *C. panicea* 2, *C. palle scens* 1, *C. stellulata* 1, *Briza media* 2, *Luzula multiflora* 1+, *Festuca rubra* 1, *F. ovina* 1.

Kräuter: *Primula farinosa* 3, *Prunella vulgaris* 3, *Viola palustris* 3, *Geum rivale* 2, *Galium palustre* 2, *Filipendula ulmaria* 2, *Cardamine pratensis* 1, *Comarum palustre* 1, *Galium uliginosum* 1, *Equisetum arvense* 1, *Lychnis flos cuculi* 1, *Lathyrus pratensis* 1, *Rumex acetosa* 1, *Trifolium pratense* 1.

Moose: *Hypna* (schlecht entwickelt) 2.

Die Probefläche war einige hundert Meter östlich vom Gehöft gelegen, höchstens ein paar Meter ü. d. M. und plan. Feuchtigkeit 6. Bodenprofil:

0—10 cm	gut vermoderter Torf.
10—40 »	feiner Meeressand.
40—65 »	Lehm.
65—	Sand und Grus.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		p <sup>H</sup>
				gef.	ber.	
IXa	Torf	5—10 cm	55,47	2,39	4,13	6,2
IXb	Sand	30 »				3,5
IXc	Lehm	60 »				4,8

Wiesenwälder.

Sehr charakteristisch für die åländische Vegetation sind die Wiesenwälder, in welchen die Laubbäume eine hervorragende Rolle spielen. In ihren, von der Kultur beeinflussten, gelichteten Zustände werden sie gewöhnlich als Laubwiesen bezeichnet, worunter man also nach HESSELMAN (1904) und PALMGREN (1915—16) folgendes versteht: »Die Laubwiesen sind Pflanzenformationen aus edlen Laubbäumen, die in kleineren und grösseren Gruppen geordnet sind. Zwischen den Baumgruppen hat die Vegetation einen wiesenähnlichen Charakter«. Als Bedingung für das Auftreten solcher Laubwiesen wird ein kalkhaltiger Grund betrachtet. (Vergl. PALMGREN S. 113 u. folg.) Da die Laubvegetation Ålands dank PALMGRENS eingehender Studien zu den am besten bekannten nordischen Vegetationstypen gehört, kann ich eine nähere Beschreibung unterlassen.

X. LAUBWIESE, Lemland, Skobbholm. 29/7 1924.

Die Vegetation war eine typische Laubwiese mit in Gruppen geordneten Bäumen von niedrigem Wuchs: *Fraxinus excelsior*, *Sorbus fennica*, *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens* und *Pyrus malus*. In der beweideten Feldschicht wurden u. a. *Sesleria coerulea*, *Siegingia decumbens*, *Satureja vulgaris*, *Filipendula hexapetala* verzeichnet.

Die Probefläche war sanft nach NW abfallend, die Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—8 cm sandiger Mull.

8— » sandige, teifer mehr lehmige Moräne, von 35 cm an brausend.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.				
Xa	Mull	5 cm	14,09	1,75	11,05	0,14	0,012	0,069	7,1
Xb	Moräne	20—25 »		0,44		0,052	0,019	0,098	7,3
Xc	»	40—50 »		1,54		0,053	0,033	0,094	7,7

Auf diese Proben beziehen sich die Titrierungskurven in der Fig. 5.

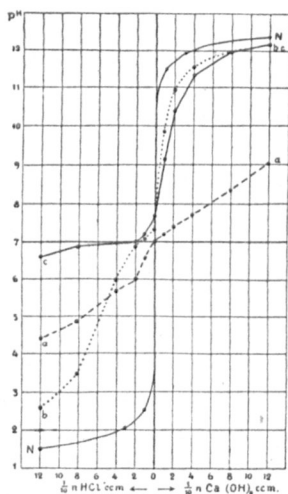


Fig. 5. Titrierungskurven eines Mullbodenprofils. a Mullschicht, b ausgelaugte, c karbonathaltige Silurmoräne.

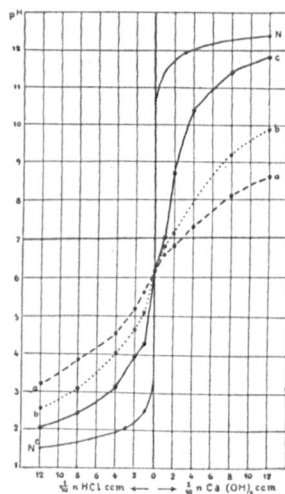


Fig. 6. Titrierungskurven eines Mullbodenprofils. a Mullschicht, b humushaltige, c humusfreie, ausgelaugte Silurmoräne.

#### XI. WIESENLAUBWALD, Jomala, Ramsholm. 7/8 1924.

Die Vegetation ist wegen der beinahe geschlossenen Baumschicht als ein wirklicher Wald zu betrachten. In der Baumschicht traten auf: *Ulmus glabra* 4, *Corylus avellana* 3, *Fraxinus excelsior* 2, *Picea abies* 1; in der Gebüschschicht: *Corylus* 1, *Picea* 1, *Juniperus* 1 und *Rosa* sp. 1+. Die Feldschicht war stark beweidet. U. a. wurden verzeichnet: *Filipendula hexapetala*, *Primula veris*, *Anemone nemorosa*, *A. hepatica*, *Geum rivale*, *Hypericum maculatum*, *Fragaria vesca*, *Viola canina*, *Alchemilla* sp., *Agrostis capillaris* etc. Von Moosen war nur *Hylocomium triquetrum* spärlich vorhanden.

Die Probefläche lag im südlichen Teil des Halbinselchens und fiel mässig stark nach W ab. Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

- 0—30 cm sandiger Mull mit nach unten allmählich abnehmender Humusgehalt (Mullpodsol), bei 25—30 cm sehr steinig.  
30— » sandige und lehmige Moräne (Untergrund) einzelne Silurkalksteine enthaltend, von 62 cm an brausend.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.				
XIa	Mull	5 cm	8,24	0,79	8,75	0,05	0,073	0,057	6,2
XIb	Moräne	20 »	4,10	0,32		0,02	0,021	0,053	6,2
XIc	»	40 »		0,11		0,03	0,025	0,082	6,2

Auf diese Proben beziehen sich die Titrierungskurven in Fig. 6.

### Haselgebüsche.

Die Haselbestände, die auf Åland ausserordentlich häufig sind, gehören auch zu den Wiesenwäldern oder Wiesengebüschen und schliessen sich hier an. Die Haselhaine mit gewöhnlich krautreicher Untervegetation brauchen keineswegs kalkbedingt zu sein. Im Gegenteil treten sie unabhängig vom Kalke auch in den übrigen Teilen Finnlands auf. Aber besonders auf Åland erreichen sie eine Entwicklung und zeigen oft eine Feldschichtvegetation von solcher Üppigkeit, dass sie gewöhnlich wie die übrige Laubvegetation als durch Kalk begünstigt angesehen werden. Hier folgen ein paar Beispiele:

#### XII. HASELGEBÜSCH, Lemland Nätö. 29/7 1924.

Das Gebüsch war ziemlich licht. In der Feldschicht waren Kräuter wie *Geranium sanguineum*, *Melampyrum nemorosum*, *Filipendula hexapetala*, *Helianthemum vulgare* stark hervortretend. Die Probefläche lag auf dem Nordende der Insel und war mässig nach N abfallend. Nahe oberhalb derselben kamen aus granitischen Gesteinen bestehende Felsen an den Tag. Feuchtigkeit 4—5. Bodenprofil:

- 0—12 cm sandiger Mull.  
12—30 » Moräne (Braunerdeschicht).  
30— » » (Untergrund, nicht brausend).  
In geringer Tiefe Felsengrund.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.				
XIIa	Mull	5 cm	33,41	0,81	2,37	0,035	0,055	0,071	5,5
XIIb	Moräne	20—30 »							6,0
XIIc	»	30—35 »		0,12		0,037	0,016	0,090	6,5

## XIII. HASELGEBÜSCH, Hammarland, Skarpnåtö. 3/8 1924.

Das Gebüsch war mässig dicht, hier und da kam Einmischung von Esche vor. In der Feldschicht wurden verzeichnet u. a. *Geranium silvaticum*, *Primula veris*, *Anemone hepatica*, *Prunella vulgaris*, *Fragaria vesca*, *Agrostis capillaris*, *Poa* sp. Die Probefläche war sanft nach W abfallend. Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

- 0—8 cm humusreicher Sand.  
 8—80 » mittelgrober Sand (schwache Braunerde, nicht brausend).  
 80—150 » » » (Untergrund, nicht brausend).  
 150— » glacialer Ton (nicht brausend).

p<sup>H</sup>-Bestimmungen:

Probe XIII a	Mull	5 cm	p <sup>H</sup>	5,1
» » b	Sand	40 »	»	6,2
» » c	»	100 »	»	6,3

## XIV. HASELGEBÜSCH, Hammarland, Skarpnåtö. 3/8 1924. Vegetationsaufnahme:

Niedrigste Baumschicht: *Corylus avellana* 5.

Gebüschschicht: *Corylus* 3, *Acer platanoides* 1.

Feldschicht, Kräuter: *Polygonatum multiflorum* 4+, *Geranium silvaticum* 3, *Campanula trachelium* 3, *Heracleum sibiricum* 3, *Anemone hepatica* 3, *Convallaria majalis* 2, *Paris quadrifolia* 2, *Lathyrus vernus* 2, *Ranunculus acris* 2, *Majanthemum bifolium* 2, *Oxalis acetosella* 2, *Veronica chamaedrys* 2, *Viola* sp. (ster.) 2, *Dentaria bulbifera* 1+, *Primula veris* 1+, *Rubus idaeus* 1, *Actaea spicata* 1 (stellenweise 4), *Lactuca muralis* 1, *Sanicula europaea* 1, *Melampyrum silvaticum* 1, *Geum urbanum* 1, *Fragaria vesca* 1, *Corydalis* sp. 1.

Gräser: *Poa nemoralis* 3, *Agropyron caninum* 3.

Bodenschicht fehlt, nur auf einzelnen Steinen *Mnia*.

Die Probefläche lag einige zehn Metern von der vorigen entfernt und fiel schwach nach SW ab. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

- 0—25 cm Mull, von 10 cm an mit Steinen gemischt.  
 25— » feiner Sand schwache Braunerde, bei 60 cm noch nicht brausend.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>	
				gef.	ber.				
XIVa	Mull	5 cm	9,68	0,99	9,30	0,06	0,035	0,045	6,9
XIVb	Sand	40 »		0,13		0,03	0,011	0,058	6,4

Auf diese Proben beziehen sich die Titrierungskurven in der Fig. 7.

## XV. HASELGEBÜSCH, Kumlinge, Ingersholm. 23/6 1925.

Das Gebüsch war ziemlich licht und besass eine üppige Feldschichtvegetation, in welcher u. a. *Orchis sambucinus*, *Listera ovata* und *Dentaria*



*bulbifera* in grösserer Frequenz vorkamen. Die Probefläche war nach S abfallend; ober derselben kamen aus Granit bestehende Felsen an den Tag. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—10 cm	humusreiche, sandige Moräne.
10—110 »	steinige, sehr harte Moräne nicht } brausend, oben schwache Braunerde.
110—	Felsengrund.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	p <sup>H</sup>
				gef. ber.	
XVa	Mull	5 cm	29,49	0,40 1,34	5,0
XVb	Moräne	50 »			5,4

Zum Vergleich mit den oben behandelten äländischen Haselhainen seien hier anhangsweise einige Daten über eine ähnliche Pflanzengesellschaft aus Nyland im südlichen Teile des finnländischen Festlandes mitgeteilt.

XVI. HASELGEBÜSCH, Ingå, Vestankvarn. 10/8 1924. Vegetationsaufnahme:

Niedrigste Baumschicht: *Corylus avellana* 5, *Sorbus aucuparia* 1.

Gebüschschicht: *Corylus* 1, *Alnus incana* 1, *Prunus padus* 1.

Feldschicht, Kräuter: *Aegopodium podagraria* 5, *Convallaria majalis* 3, *Geranium silvaticum* 2, *Angelica silvestris* 2, *Alnus incana* 2, *Oxalis acetosella* 2, *Anemone hepatica* 1+, *A. nemorosa* 1, *Paris quadrifolia* 1, *Lathyrus vernus* 1, *Geum rivale* 1, *Majanthemum bifolium* 1, *Viola canina* 1.

Gräser: *Poa nemoralis* 2.

Bodenschicht fehlt, nur auf Steinen *Hypna*.

Die Probefläche fiel nach E ab. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—20 cm	Mull.
20—35 »	Lehm (schwache Rosterde)
35—	» (Untergrund)

Analysen (zwei Parallelproben in 10 m Entfernung von einander genommen, Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
XVIIa	Mull	0—10 cm	5,50	0,29	0,087	0,033	0,023	5,6
»	»	» »						5,2
» b	Lehm	30 »						5,4
» c	»	40 »		0,103	0,155	0,035	0,039	5,6

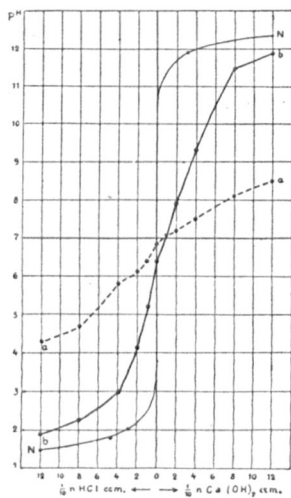


Fig. 7. Titrierungskurven eines Mullbodenprofils. a Mullschicht, b Sand (schwache Braunerde).

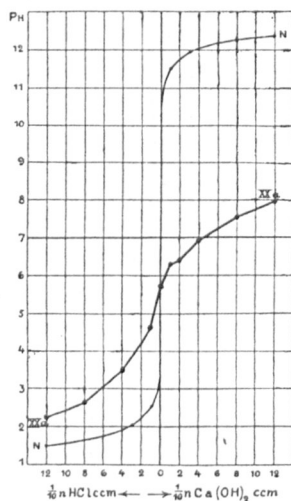


Fig. 8. Titrierungskurve eines Mullbodens.

#### Anhang: Wiesenwälder aus Nyland.

In diesem Zusammenhange mögen noch ein paar edle Laubwälder aus Nyland behandelt werden. Sie sind zwar nicht als eigentlich kalkbegünstigt aufzufassen, schliessen sich jedoch als südliche Vegetationstypen den åländischen am nächsten an.

XVII. KRAUTREICHER EICHENWALD; Ingå, Elgsjö Villholm. Vegetationsaufnahme Tabelle IV N:o 1.

Die Probefläche war plan und lag niedrig, nicht weit vom Meeresstrande entfernt. Die Feuchtigkeit wurde auf etwa 5 geschätzt. Die Bodenart war schwerer, grauer Lehm, der noch kaum mit einer zusammenhängenden Humusschicht bedeckt war.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
			gef.					
XVIIb	Lehm	10 cm	0,09	0,14	0,10	0,07	0,07	6,8

Ausserdem wurde eine oberflächliche Probe (XVIIa) genommen, deren Reaktion je nach dem man mehr oder weniger Humus mitbekam, von pH 5,2—6,3 variierte. Die Nitrifizierung war sowohl in der Oberflächenschicht als im reinen Lehm nach CaCO<sub>3</sub>-Zusatz gut. Mit der humushaltigen Schicht bekam man in Mannitkulturen nach CaCO<sub>3</sub>-Zusatz eine ziemlich gute, braune Pilzvegetation, die bei Anwesenheit von 1 g Mannit 2,8 mg N fixierte. Ohne CaCO<sub>3</sub> war das Wachstum nur schwach, so auch mit der reinen Lehmprobe.

Tabelle IV.

Edle Laubwälder.

1. Ingå, Elgsjö Villholm. 21/6 1920.
2. Ingå, Tostholm Kubbholm. 17/7 1921.
3. Borgå, Storgård. 8/6 1920.
4. Ingå, Elgsjö Kämpas. 21/6 1920.

	1	2	3	4		1	2	3	4
Baumschicht.					<i>Avena pubescens</i>	—	1	—	1
<i>Betula verrucosa</i>	—	—	—	4	<i>Calamagrostis</i>				
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	—	1	—	—	<i>arundinacea</i> ..	—	—	—	3
<i>Picea abies</i> ....	—	1	1	—	<i>Carex pallescens</i>	—	—	—	1
<i>Pinus silvestris</i> ..	1	2	1	2	<i>Deschampsia flexuosa</i> .....	1	—	—	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	2	<i>Luzula multiflora</i>	—	—	—	1
<i>Quercus robur</i> ..	5	1	3	2	» <i>pilosa</i> ..	—	—	2	2
<i>Salix caprea</i> ....	—	—	—	1	<i>Melica nutans</i> ..	1	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	—	—	—	<i>Milium effusum</i>	—	2	—	—
<i>Tilia cordata</i> ..	—	4	3	—	<i>Poa nemoralis</i>	3	2	—	1
					» <i>pratensis</i> ..	2	1	—	—
Gebüschschicht					Sterile Gräser ..	—	—	2	—
<i>Juniperus communis</i> .....	1	—	1	2	Kräuter.				
<i>Picea abies</i> ....	—	—	—	2	<i>Achillea millefolium</i> .....	—	1	1	1
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	2	<i>Actaea spicata</i> ..	1	—	—	—
<i>Prunus padus</i> ..	1	—	—	1	<i>Alchemilla vulgaris</i> .....	1	—	1	1
Feldschicht.					<i>Anemone hepatica</i>	2	2	—	1
Zwergsträucher.					» <i>nemorosa</i>	1	—	2	3
<i>Quercus robur</i> ..	1	—	1	—	<i>Angelica silvestris</i> .....	1	—	—	2
<i>Ribes alpinum</i> ..	1	1	—	1	<i>Campanula pericicifolia</i> ....	1	1	—	1
» <i>rubrum</i> ..	—	—	—	1	<i>Chaerophyllum silvestre</i> .....	2	1	—	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	2	1	—	<i>Convallaria majalis</i> .....	3	2	—	4
<i>Tilia cordata</i> ..	—	1	—	—	<i>Dryopteris Filix mas</i>	—	—	—	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	3	3	2	» <i>spinulosa</i>	—	—	—	1
» <i>vitis idaea</i>	—	—	—	1	<i>Fragaria vesca</i> ..	—	2	2	—
					<i>Galium boreale</i>	—	—	2	—
Gräser.					» <i>verum</i> ..	—	1	—	—
<i>Agrostis capillaris</i> .....	—	3	—	—					
<i>Anthoxanthum odoratum</i> ....	—	1	2	2					

	1	2	3	4		1	2	3	4
<i>Hieracium vul-</i> <i>gatum</i> coll. ...	—	—	—	1	<i>Pteridium aquil-</i> <i>inum</i> .....	—	—	—	1
<i>Hypericum mac-</i> <i>culatum</i> ....	—	—	—	1	<i>Pyrola rotundi-</i> <i>folia</i> .....	—	—	—	2
<i>Knautia arvensis</i>	—	—	—	1	<i>Ranunculus acris</i>	1	1	2	1
<i>Lathyrus pratensis</i> .....	—	—	2	1	» <i>polyanthemos</i>	1	—	1	1
» <i>montanus</i>	—	—	3	—	<i>Rubus saxatilis</i>	—	1	1	—
» <i>vernus</i>	—	2	—	2	<i>Rumex acetosa</i> ..	—	—	1	1
<i>Listera ovata</i> ....	—	—	—	2	<i>Stellaria graminea</i> ..	—	—	—	1
<i>Majanthemum bifolium</i> ..	—	—	—	2	» <i>holostea</i>	2	3	3	3
<i>Melampyrum nemorosum</i>	3	—	—	3	<i>Trientalis europaea</i> .....	—	2	—	—
» <i>pratense</i> ..	—	2	—	1	<i>Trifolium pratense</i> .....	—	—	1	1
» <i>silvaticum</i>	1	—	2	—	<i>Veronica chamaedrys</i> .....	2	3	2	1
<i>Orchis maculatus</i>	—	—	—	1	<i>Vicia sepium</i> ..	—	1	2	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	—	1	<i>Viola canina</i> ..	2	3	1	2
<i>Paris quadrifolia</i>	—	2	—	2	» <i>riviniana</i>	2	—	—	—
<i>Platanthera bifolia</i> .....	—	—	—	1	Bodenschicht.				
<i>Plantago lanceolata</i> .....	—	—	—	1	<i>Hylocomium patrietinum</i>	—	—	—	2
<i>Pimpinella saxifraga</i> .....	—	—	1	—	» <i>proliferum</i>	—	—	—	2
<i>Polygonatum officinale</i> .....	—	—	—	1	» <i>triquetrum</i>	—	—	—	3
<i>Potentilla erecta</i>	—	—	—	2	<i>Polytrichum commune</i> .....	—	—	—	1
<i>Primula veris</i> ..	3	2	—	—					

XVIII. KRAUTREICHER LINDENWALD; Ingå, Tostholm Kubbholm. Vegetationsaufnahme Tabelle IV N:o 2.

Die Probefläche lag in der Nähe des Meeresstrandes N von einem steilen Granitfelsen und war schwach nach N geneigt. Die Feuchtigkeit war etwa 4. Bodenprofil:

0— 5 cm humusreicher Sand  
5—30 » Sand (schwach braun)  
37— grauer Sand

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
XVIIIa	humöser Sand	0—5 cm						5,7
XVIIIb	Sand	10 »						5,9
XVIIIc	»	40 »	0,07	0,13	0,05	0,02	0,04	6,7

Die Nitrifizierung war nach  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz und Impfung in sämtlichen Proben gut. Sogar ohne  $\text{CaCO}_3$  trat in der angefeuchteten, humusreichen Probe eine mässige Reaktion auf. In sämtlichen mit  $\text{CaCO}_3$  versetzten Mannitkulturen waren gute, braune Pilzvegetationen zu verzeichnen.

XIX. KRAUTREICHER EICHEN-LINDENWALD; Borgå, Storgård. Vegetationsaufnahme Tabelle IV n:o 3.

Die Probefläche lag am Rande eines Ackers und war schwach nach S geneigt. Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

0—	13 cm	Mull
13—	30 »	grauer Ton
30—	75 »	mittelgrober, schwach brauner Sand
75—	100 »	schwerer Ton mit Sandschichten
100—		mittelgrober Sand

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	N gef.	CaO gef.	MgO ber.	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH	
XIXa	Mull	0— 5 cm	12,0	0,62	0,19	1,26	0,52	0,47	0,04	0,08	5,8
XIXb	Sand	30—40 »									5,9
XIXc	Ton	75—85 »									6,8

Nitrifizierung trat in sämtlichen Proben nur nach  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz ein. Die Mannitkultur mit der Humusprobe gab nach  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz eine sehr kräftige, braune Pilzvegetation, die unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen 3,4 mg N pro 1 g Mannit fixierte.

XX. KRAUTREICHER MISCHWALD; Ingå, Elgsjö Kämpas. Vegetationsaufnahme Tabelle IV N:o 4.

Die Probefläche ist schwach nach W geneigt, die Feuchtigkeit etwa 5. Bodenprofil:

0—	10 cm	Mull
10—		sandige, oben schwach braune Moräne

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO gef.	CaO ber.	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
XXa	Mull	0—10 cm	15,7	0,41	2,61	0,17	0,08	0,08	5,7

Die Titrierungskurve (Fig. 8) mit 5 g Mull zeigt eine ziemlich grosse Nachgiebigkeit.

Die Nitrifizierung war nach  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz gut. Auch die Mannitkultur mit  $\text{CaCO}_3$  gab ein ziemlich gutes, braunes Pilzmycel; N-Fixierung 2,4 mg pro 1 g Mannit.

## Besprechung.

Von den oben behandelten Vegetationstypen sind die *Sesleria*-Wiesen ohne Zweifel am meisten kalkbedürftig. Ausser *Sesleria* beherbergt diese Pflanzengesellschaft mehrere andere Arten, die wenigstens als für finnländische Verhältnisse kalkbegünstigt aufgefasst worden sind. Aus meinen Listen können als Beispiele häufiger vorkommender Pflanzen genannt werden: *Carex capillaris* u. *diversicolor*, *Linum catharticum*, *Listera ovata* und *Primula farinosa*. Die Hauptmasse der Kommensalen ist jedoch indifferent z. B.: *Agrostis capillaris*, *Carex panicea*, *Molinia coerulea*, *Sieglingia decumbens*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Potentilla erecta*.

In der Tat ist bei der Bodenuntersuchung in sämtlichen Fällen Kalkkarbonat gefunden worden, wenn auch nicht gerade in den Bodenschichten, in welchen die Wurzeln der Gräser und Kräuter hauptsächlich verbreitet sind (der eigentliche edaphische Standort, die Rhizosphäre), sondern in tiefer gelegenen Schichten. In einigen Fällen (I, III u. IV) lag der Kalkhorizont bei 30—40 cm, in der Probebläche V aber erst bei 95 cm. Die oberen Bodenschichten waren karbonatfrei, die Mullschichten, die ja für die Pflanzen die grösste Rolle spielen, enthielten aber bedeutende Mengen Kalk in organischer Bindung. Diese Kalkgehalte sind unter den grössten, die man überhaupt in Finnland in organogenen Bodenarten antrifft. Zwischen dem Mull und dem Kalkhorizont liegen Schichten aus Sand, Lehm oder ausgelaugter Moräne, deren Kalkgehalte unter Umständen sehr niedrig sein können, jedenfalls sich nicht von denen unterscheiden, die man überall in ähnlichen Bodenarten auf dem Festlande trifft.

Ähnlich sind die Verhältnisse auch bei den untersuchten Wiesen anderer Typen gewesen, die unter den Nummern VII u. VIII behandelt worden sind. Die krautreiche Kleinseggenwiese VII ist besonders bemerkenswert. Sie ist ein Teil des klassischen Standortes, wo die Botaniker seit vielen Jahren *Helleborine palustris*, *Ophrys muscifera* und andere Seltenheiten zu nehmen pflegen. Die mehr oder weniger kalkholden Pflanzen spielen hier eine grosse Rolle. Aus der Artenliste seien ausser den eben genannten Orchideen folgende erwähnt: *Carex capillaris*, *diversicolor* u. *hornschuchiana*, *Equisetum palustre*, *Eriophorum latifolium*, *Primula farinosa* und *Hypnum trichoides*. Der Mineralboden war bis zur 75 cm Tiefe ein ausserordentlich kalk- und nahrungsarmer weisser Meeressand, der teils auf Felsengrund, teils auf kalkreicher Moräne ruhte. Die obere, etwa 25 cm dicke Torfschicht zeigte aber den höchsten Kalkgehalt (gef. 5,92, ber. 14,54 Proz. CaO), der überhaupt in Finnland in einem organogenen Boden gefunden worden ist.

Es ist offenbar, dass hier wie auch in den übrigen studierten Wiesen Kalk entweder mit dem Grundwasser durch die kalkarmen Schichten herauftransportiert oder aus nebenan liegenden Moränenabhängen durch Wasserströmung

gen mitgebracht wird. Er wird dann vom Humus der obersten Schicht gebunden. *Kalkkarbonathaltige Unterlage ist also für diese ausgesprochen kalkliebenden Pflanzengesellschaften keineswegs eine Bedingung, aber die karbonatreichen Bodenarten, die entweder in grösserer Tiefe in demselben Bodenprofil oder sonst in der Nähe auftreten, haben als Vorräte, aus welchen Kalk mit der Bodenflüssigkeit den Humusschichten zugeführt wird, eine grosse Bedeutung.*

Die Tiefe, in der die karbonatreiche Bodenart auftritt, spielt oft für die Vegetation eine grosse Rolle, was durch folgendes Beispiel erleuchtet wird. Das Gelände, in welchem die Probefläche V gelegen ist, bestand aus einem sanft nach W abfallenden Moränenabhang, wo die Bodenart kalkreich war. Auf diese Moräne hatte sich ein mittelgrober, kalk- und nahrungsarmer Sand in der Form von niedrigen Dünen verschiedener Mächtigkeit angehäuft. Wenn der Sand etwa 1 m oder weniger mächtig war, gediehen noch *Sesleria*, *Carex capillaris* und *Listera ovata*. Bei etwas tieferem Sand verschwanden diese, wogegen Pflanzen wie *Linum catharticum*, *Polygala amarella* und an feuchteren Stellen *Carex diversicolor* noch blieben. Auf noch mächtigerem Sand ging die Vegetation in eine Krautheide mit u. a. *Silene nutans*, *Galium verum* und *Hypochaeris maculata* über.

Das gewöhnliche auf Åland ist also, dass das Kalkkarbonat erst in so grosser Tiefe auftritt, dass die Wurzel der meisten Gräser und Kräuter ihn kaum erreichen. Nur auf ganz neuen, niedrig am Strande gelegenen Standorten oder wenn die Bodenart aus schwer auszuwaschendem Mergelton besteht, können auch die oberen Schichten Kalkkarbonat enthalten. Dies war z. B. in der Probefläche VI der Fall. Die Vegetation war aber eine ziemlich triviale Krautwiese, wo Kalkpflanzen wie *Sesleria* wohl vorkamen, aber keine Rolle spielten. Eine in der Vegetation wahrnehmbare Erhöhung der Kalkwirkung durch das feste Kalkkarbonat wurde wenigstens in diesem Falle nicht beobachtet.

Ausser einem kalkreichen Humus war noch *eine beinahe neutrale Reaktion* den eben besprochenen Wiesengesellschaften eigen. In der Humusschicht hatten die *Sesleria*-Wiesen Reaktionen  $p^H$  6,5—6,9<sup>1)</sup>. Die Krautwiese auf Jungfruskär (VIII) hatte einen etwas saureren Humus ( $p^H$  6,3). Der mullhaltige, karbonatische Ton (VI) war dagegen beinahe neutral,  $p^H$  7,1. Auch die unter den Mullschichten folgenden kalkarmen Mineralbodenschichten zeigten in den untersuchten Fällen beinahe neutrale Reaktion. Deutlich alkalisch ( $p^H$  7,8—8,4) waren dagegen die noch tiefer gelegenen karbonatführenden Moräne und Bändertone.

*Die Titrierungskurven zeigen an, dass die Reaktion der Mullschichten mässig, die der Torfschichten wie gewöhnlich sehr unveränderlich ist.* Die aktuelle Nach-

<sup>1)</sup> Dies stimmt gut mit der Angabe ARRHENIUS' (1920), der für die *Sesleria*-Ass.  $p^H$  7,0—6,5 angibt. In der Tschechoslowakei verlangt *Sesleria uliginosa* nach ZLATNIK (1928) eine neutrale oder alkalische Reaktion.

giebigkeit gegen sowohl Säuren als Basen ist klein, die aktuelle Reaktionsamplitude ziemlich eng. Unter solchen Umständen haben die Pflanzen gute Garantien für die Aufrechterhaltung der günstigen Reaktion. Dagegen kann der unterliegende kalkarme Sand äusserst nachgiebig sein, wie die b-Kurve in Fig. 4 zeigt. Die kleinsten Säure- oder Alkalizugaben verändern, wie man sieht, die Reaktion um mehrere  $p^H$ -Einheiten. In einem solchen Boden hätte die Vegetation keine Stütze, wäre er nicht durch karbonatführendes Wasser durchtränkt. Dass die Silurmoräne, auf die sich die b-Kurve in Fig. 3 bezieht, wegen ihres Karbonatgehaltes ausserordentlich gut gegen Säure puffert, ist ganz natürlich.

Interessant ist zu sehen, ob diese Bedingungen in bezug auf den Kalkgehalt und die Reaktion, die für die åländischen Wiesen gelten, sich auch dort vorfinden, wo ausgeprägte Kalkpflanzen ausserhalb eines eigentlichen Kalkgebietes sporadisch auftauchen. Einen solchen Fall habe ich kennen gelernt: nämlich das Auftreten von *Primula farinosa* auf einer Kleinseggenwiese (IX) in Töfsala (Taivassalo) auf der Åbo-Seite. Es bestätigt sich hier, dass der Kalkgehalt des Torfes ziemlich hoch ist (gef. 2,39, ber. 4,13 proz.), wenn auch nicht so hoch wie gewöhnlich in den kalkbegünstigten Wiesen auf Åland. Die Reaktion des Torfes war auch nur schwach sauer ( $p^H$  6,2). Die dünne Torfschicht ruhte aber auf Sand und Lehm, die, wie gewöhnlich unsere an den Küsten vorkommenden Ablagerungen aus der Litorina-Zeit, ausgesprochen, sogar stark sauer waren und deshalb auch nur minimale Mengen leichtlöslichen Kalk enthalten können. Da ausserdem der Ort eine offene, beinahe plane Ebene ist, und Kalkgestein oder kalkreicher Boden, soweit mir bekannt ist, nicht in der Gegend vorkommt, sind das Auftreten von *Primula farinosa* und die Entstehung des günstigen Torfes sehr bemerkenswert.<sup>1)</sup>

Die Standortsverhältnisse in den beiden untersuchten *Laubwiesen* X u. XI sind ganz analog gewesen. In beiden Fällen war die Bodenart Moräne, die in einiger Tiefe karbonatreich war, in den oberen Teilen aber ausgelaugt. Der Kalkhorizont lag auf Skobboldholm bei 35, auf Ramsholm bei 62 cm; das Karbonat ist also für die Wurzel der Bäume gut erreichbar. In beiden Fällen zeigte der Humus der obersten Bodenschicht grosse Kalkgehalte und die Reaktion war auf Skobboldholm neutral, auf Ramsholm nur schwach sauer ( $p^H$  6,2). Die Titrierungskurven (Fig. 5 u. 6) lehren, dass der Mullboden hier wie gewöhnlich mässig beständige Reaktion besitzt. Der karbonatreiche Untergrund puffert natürlich stark gegen Säure. Die ausgelaugten, dazwischen liegenden Bodenschichten haben eine verhältnismässig wenig beständige Reaktion. Zwar scheinen in der ausgelaugten Moräne aus Skobboldholm noch Spuren von Kar-

<sup>1)</sup> Andere Beispiele, wo beinahe neutrale Torfböden ohne Anwesenheit von Kalkkarbonat entstanden sind, liegen von Elimä im östlichen Nyland und von den grossen Wiesengebieten in Limingo südlich der Stadt Uleåborg vor.



bonat eine Pufferung gegen kleine Säuremengen zu bedingen, dann fällt aber die Kurve rasch. Interessant sind die drei Kurven aus Ramsholm Fig. 6. Man sieht wie die Reaktionsbeständigkeit von der Mullschicht abwärts allmählich sinkt, eine Erscheinung, die für s. g. Mullpodsolprofile eigentümlich ist. Die beinahe humusfreie, ausgelaugte Moräne, welche die Kurve c gegeben hat, zeigt eine Nachgiebigkeit der Reaktion, die man überall im Lande in größeren Silikatböden findet.

Die Feldschichtvegetation war leider auf beiden Orten durch Beweidung zerstört, so dass vollständige Artenlisten nicht errichtet werden konnten. Von Kalkpflanzen war auf Skobboldholm jedoch *Sesleria* zu erkennen, wogegen auf Ramsholm eine mehr triviale Bodenvegetation die Probefläche einnahm.

Ramsholm in Jomala, das nunmehr als Naturschutzgebiet erklärte Halbinselchen, bietet einem Studium über die natürlichen Veränderungen des Bodens und der Vegetation ideale Verhältnisse. Der Boden ist hauptsächlich ein ziemlich niedriger, sanft abfallender Moränenrücken, der aus einheitlicher Silurmoräne zu bestehen scheint. Die dominierende Körnchengruppe ist Sand; Steine sind reichlich vorhanden. Sekundär sind die obersten Teile des Rückens durch die Meereswellen ausgespült worden und sind deshalb sehr steinig. Der Kalkhorizont liegt in verschiedener Tiefe. Am Meeresstrande ist der Boden beinahe bis zur Oberfläche hinauf karbonatreich, ein paar Meter ü. d. M. wurde der Kalkhorizont bei 25 cm gefunden, auf dem höchsten Rücken war er noch nicht bei 60 cm zu erreichen und innerhalb der Probefläche etwas niedriger wurde er bei 62 cm notiert. Soweit eine Bodenbildung stattgefunden hat ist ein typischer, durch nach unten allmählich abnehmenden Humusgehalt gekennzeichneter Mullpodsol (siehe Profil XI) entstanden. Die Vegetation kann als eine typische äländische Laubvegetation gelten. Edle Laubbäume, vor allem Ulmen und Eschen dominieren. Der Hasel bildet besonders in den niedrigen, nördlichen Teilen dichte Bestände. Die Feldschichtvegetation, namentlich die des gewöhnlich unbeweideten nördlichen Teils ist wegen ihrem Artenreichtum berühmt.

In den, am höchsten gelegenen Teilen der Halbinsel hat aber die Fichte Eintritt erhalten. Die kleinen Fichtenwaldfragmente haben eine Bodenschicht von *Hylocomium triquetrum* mit *Oxalis* als hervortretende Art in der Feldschicht. Es hat sich hier schon ein wenig saurer Rohhumus gebildet. Die Reaktion war  $p^H$  5,0, also eine Zahl, die man oft in krautreichen Fichtenwäldern in kalkarmen Gegenden findet. Das Bodenprofil zeigte deutliche Spuren von Bleicherde dicht unter der Rohhumusschicht. Der ältere Mullpodsol ist also hier einem allmählichen Übergang in gewöhnlichen Eisen- oder Waldpodsol unterworfen.<sup>1)</sup> Eine mitwirkende Ursache der Einwanderung der

<sup>1)</sup> Vergl. LUNDBLAD über die Degeneration der Braunerde- und Mullböden.

Fichte und der Verschlechterung des Bodens ist sicher hier wie allgemein auf Åland die Senkung des Kalkhorizontes. Es ist auch klar, dass der Kalk in den höchsten Teilen des Gebietes nicht mit strömendem Bodenwasser zugeführt werden kann.

Von den untersuchten Haselhainen haben drei, der auf Nätö (XII), der eine auf Skarpnätö (XIII) und der auf Ingersholm (XV) Bodenverhältnisse, die man in den südlichen Teilen des Festlandes allgemein findet. Im Boden ist kein karbonatischer Kalk gefunden worden. Die Mullschichten waren nicht besonders kalkreich und die Reaktion ist mässig sauer, 5,0—5,5 gewesen. Auch der Mineralboden (Moräne und Sand) hatte Reaktionszahlen wie gewöhnlich im ganzen Lande. Der Gehalt an leichtlöslichem Kalk war in der Moräne von Nätö so niedrig wie 0,12 Proz. CaO. Ganz ähnliche Verhältnisse bietet der zum Vergleich untersuchte triviale Haselhain auf dem Festlande (XVI). Die Vegetation des einen Haselhains von Skarpnätö (XII) war zwar auch sehr trivial, aber in den beiden anderen kamen Kräuter vor, die ihnen ein »äländisches« Gepräge verliehen. Es ist bemerkenswert, dass Haine, wo *Geranium sanguineum*, *Dentaria bulbifera*, *Helianthemum vulgare*, *Filipendula hexapetala* und besonders die gewöhnlich als kalkliebend betrachteten *Listera ovata* und *Orchis sambucinus* eine hervorragende Rolle spielen, bei ganz gewöhnlichem Kalkgehalt und ziemlich saurer Reaktion vorkommen können. In diesen Fällen war es sogar ausgeschlossen, dass durchströmendes Wasser hätte karbonatischen Kalk mitbringen können, da nahe über den Standorten in denselben Abhängen granitischer Felsen an den Tag trat. Der verhältnismässig niedrige Kalkgehalt der humösen Schicht sowie die saure Reaktion sprechen auch gegen diese Möglichkeit.

Anders gestalten sich offenbar die Verhältnisse in dem vierten untersuchten Haselhain, dem zweiten auf Skarpnätö (XIV). Diese besonders üppige Pflanzengesellschaft wuchs auf ähnlichem Sand wie der triviale Hain (XIII) und war nur einige zehn Metern von ihm entfernt. Der Gehalt dieses Sandes an leichtlöslichem Kalk war auch hier gering (0,13 Proz. CaO) und seine Reaktion wie gewöhnlich schwach sauer. Der Unterschied liegt in der Mullschicht, die hier neutral und deutlich reicher an Kalk war. Woher der Kalk stammt, war hier schwer zu entscheiden. Silurmoräne kommt in der Gegend vor und wahrscheinlich wird der sandige Standort eben hier von karbonatischem Wasser durchströmt. Daher der neutrale Humus und die üppige Vegetation.

Was die anhangsweise behandelten Beispiele edler Laubwälder aus dem südlichem Nyland<sup>1)</sup> (XVII—XX) betrifft, so war ihr Mineralboden sehr verschiedener Art, zeigte aber in den beiden Fällen, wo er untersucht wurde, sehr niedrige Gehalte an leichtlöslichem Kalk. Die Mullschicht war in den zwei

<sup>1)</sup> Ähnliche Vegetationstypen sind von CEDERCREUTZ beschrieben worden.

ersten Fällen, weil die Standorte sich erst neulich über dem Meeresspiegel erhoben haben, schlecht entwickelt. Ihre Reaktion schwankte zwischen 5,2—5,8, war also mässig sauer. Die Nitrifizierung kann im allgemeinen als gut bezeichnet werden. Reichlich N-bindende Mikroorganismengesellschaften waren vorhanden.

Die Bedeutung des Kalkfaktors für eine Vegetation ist aber nicht damit sichergestellt, dass ein hoher Kalkgehalt nachgewiesen ist. Man könnte sich auch gut denken, dass eine üppige Vegetation durch irgendeinen anderen günstigen Faktor hervorgerufen würde, z. B. einen hohen Gehalt an anderen, wichtigen Pflanzennährstoffen. Wie bekannt können Analysen der in 4-prozentiger Salzsäure löslichen Mineralstoffe keinen Ausschluss über die Mengen, die den Pflanzen wirklich zur Verfügung stehen, geben. Sie haben jedoch einen gewissen Wert, besonders wenn sie negativ ausfallen, d. h. wenn im Vergleich mit den Böden dürrtiger Vegetationstypen keine grösseren Nährstoffbeträge gefunden werden. Man ist nämlich unter solchen Verhältnissen berechtigt anzunehmen, besonders wenn die Zahlen niedrig sind, dass wenigstens keine grösseren Nährstoffmengen den üppigen Vegetationen gegenüber den dürrtteren zur Gebote gestanden haben. Dies ist bei meinen Analysen der åländischen Bodenproben der Fall gewesen. Stellt man die früher mitgeteilten Analysen zusammen, so findet man wie folgt, dass die Zahlen im allgemeinen niedrig ausgefallen sind. In moosreichen Heidewäldern auf dem

	Mullschicht			Mineralboden			
	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
<i>Sesleria</i> -Wie-							
sen . . . . .	Spuren	0,016	0,020—0,025	0,031—0,059	0,01—0,10	0,007—0,011	0,049—0,114
Laubwälder..	0,05—0,14	0,012—0,073	0,045—0,071	0,02—0,053	0,011—0,033	0,053—0,098	

Festlande findet man nach meinen Analysen nicht selten in der Rohhumusschicht 0,10—0,15 Proz. MgO und K<sub>2</sub>O, 0,15—0,20 Proz. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und im sandigen Mineralboden ähnliche Zahlen. Der niedrige Kaligehalt fällt in den åländischen Bodenproben besonders auf. *Man kann also mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass die Zufuhr von Mineralnährstoffen ausser Kalk sich für die åländischen Vegetationstypen nicht günstiger als für andere Pflanzengesellschaften des Festlandes gestellt hat.*

Eine andere Sache ist, dass der wichtige Stickstoff aller Wahrscheinlichkeit nach in den åländischen Mullböden in zureichenden Mengen und günstiger Form auftritt. Es sind ja die Erfahrungen HESSELMANS (1917), und meine eigenen decken sich mit seinen vollständig, dass der Stickstoff in ähnlichen Vegetationstypen im allgemeinen nitrifiziert wird. Ich habe auch in solchen Fällen eine gute Stickstoffbindung gefunden, wie auch die untersuchten

Laubwaldgesellschaften aus Nyland zeigen. Diese günstigen mikrobiologischen Verhältnissen hängen aber gewöhnlich mit dem Humuszustande und durch diesen mit der Reaktion und dem Kalkgehalt zusammen.

Im Grossen kann also die artenreiche åländische Wiesen- und Laubwiesenvegetation, wie man bisher angenommen hat, als vom Kalk hervorgerufen oder begünstigt angesehen werden. Nach Osten und Südosten werden die wirklichen Kalkstandorte immer seltener und weniger ausgeprägt, um schliesslich durch gänzlich karbonatfreie, xerotherme Südhänge, Felsenspalte u.s.w. als Lokale für die krautreiche Vegetation ersetzt zu werden. Mit diesen successiven Veränderungen der Standorte geht das beobachtete Verschwinden einiger åländischen Arten gegen Osten parallel.

### III. Wiesenwälder aus Ladoga-Karelien.

Wälder, die im Gegensatz zu den gewöhnlichen Heidewäldern wegen der schlecht entwickelten Bodenschicht und des Dominierens von Gräsern und Kräutern zu den Wiesenwäldern zu zählen wären, treten auf dem finnländischen Festlande nur vereinzelt auf. Einige Gegenden sind aber deswegen berühmt: unter ihnen und vielleicht an erster Stelle die Gebiete unweit von der ladogischen Nordküste. In den Wiesenwäldern, die hier auftreten, spielen s. g. edle Laubbäume keine Rolle. Nach der vorherrschenden Baumart kann man zwei Typen unterscheiden, die allerdings oft in einander übergehen, Grauerlen- und Fichtenwiesenwälder. Jene sind ohne Zweifel die häufigsten. In der Feldschicht spielen besonders relativ hochwüchsige Kräuter eine grosse Rolle. Sehr häufig tritt *Aconitum septentrionale* auf, eine Pflanze, die als kalkbegünstigt betrachtet wird.<sup>1)</sup> In den Grauerlenwäldern ist ausserdem *Aegopodium podagraria* eine Charakterpflanze. Moose, hauptsächlich *Hylocomium triquetrum* bildet in den Fichtenwäldern eine gewöhnlich nicht geschlossene Bodenschicht, in den Grauerlenwäldern sind eigentlich nur auf Steine und umgefallene Stämme Moose (*Mnium silvaticum*, *Hypna*) in grösserer Menge vorhanden. Diese Wiesenwälder werden von LINKOLA unter der Bezeichnung frische Hainwälder vom *Aconitum*-Typus (CAJANDER 1909 b) näher beschrieben und die, für sie charakteristischen Arten aufgezählt.

Im Sommer 1925 hatte ich die Gelegenheit einige dieser Pflanzengesellschaften und besonders ihre Standorte zu studieren. Die mitgenommenen Bodenproben wurden später im Herbst nach demselben Plan wie früher untersucht. Ausserdem wurde das Nitrifizierungsvermögen durch Lagern während drei Monaten geprüft.

<sup>1)</sup> CAJANDER (1909 a) zählt sie jedoch nur zu den »etwas kalkholden«.

Hier folgen die Beschreibungen einiger ladogischen Wiesenwälder und ihrer Standorte:

I. FICHTENWIESENWALD, Ruskeala, Tirri. 19/8 1925. Ein etwas gelichteter Fichtenwald. In der Gebüschschicht traten *Picea*, *Alnus incana* und *Lonicera xylosteum* hervor, in der Feldschicht u. a. *Aconitum septentrionale*, *Daphne mezereum*, *Rubus idaeus*, in der Bodenschicht *Hylocomium triquetrum*. Die Probefläche war in einem engen Tale zwischen Dolomittfelsen gelegen und fiel sanft nach S ab. Die Feuchtigkeit wurde auf 5 geschätzt. Das Bodenprofil war folgendes:

- 0—50 cm Verwitterungsgrus, hauptsächlich Glimmerschiefer, oben reich an Humus, Braunerde.<sup>1)</sup>  
 50— » Lehmige Moräne, Untergrund (noch bei 1 m kein Brausen mit HCl).

Die Analysen gaben folgende Ergebnisse (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO		MgO	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.		
Ia	Mull	0—10 cm	23,74	0,940	3,81	0,075	5,4
Ib	Braunerde	20—30 »		1,023		0,120	6,6
Ic	Untergrund	50—60 »		0,405		0,219	6,7

Nach Lagern in 3 Monaten gab die Mullprobe nur Spuren von Nitrat, wogegen in der Braunerde eine gute Nitrifizierung eintrat.

II. ALNUS-PICEA-WALD, Ruskeala, Pfarrhof. Vegetationsaufnahme Tabelle V N:o 1.

Die Probefläche war auf einem mässig nach NE abfallenden Moränenabhang gelegen. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

- 0—20 cm Mull mit grösseren und kleineren Steinen.  
 20—45 » lehmige Moräne, hellgrau  
 45—55 » » » dunkelgrau  
 55— » Moräne, schwach braun, bei 1 m noch nicht brausend.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. subst.	CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.				
IIa	Mull	0— 5 cm	9,41	0,340	3,58	0,043	0,028	0,020	5,7
IIb	Moräne	35 »							5,6
IIc	»	50 »							5,4
IId	»	70—80 »		0,048		0,026	0,036	0,061	5,6

Nach Lagern gab die Mullprobe nur Spuren von Nitrat, die b-Probe nitrifizierte gut.

<sup>1)</sup> Die chocholadenbraune Farbe stimmt völlig mit der der Braunerden südlicher Länder überein.

Tabelle V.

Wiesenwälder, 1 Krautreicher *Alnus-Picea*-Wald und 2—4 *Alnus incana*-Wiesenwälder.

1. Ruskeala, Pfarrhof etwas N vom Hofe am W-Strande des Tohmajoki. 21/8 1925.
2. Impilahti, Pullinvuori an der SE-Seite des Berges. 25/8 1925.
3. Impilahti, Pullinvuori an der N-Seite des Berges. 25/8 1925.
4. Sordavala, NE-Seite des Berges Rauskunvuori. 27/8 1925.

	1	2	3	4		1	2	3	4
<b>Baumschicht.</b>					<i>Deschampsia</i>				
<i>Acer platanoides</i>	—	1	1	—	<i>caespitosa</i>	—	2	1	—
<i>Alnus incana</i> ..	3	3	5	3	» <i>flexuosa</i> ..	2	—	—	—
<i>Betula</i> sp. ....	1	1	—	—	<i>Melica nutans</i> ..	2	2	1	—
<i>Picea abies</i> ....	2	—	—	—	<i>Milium effusum</i>	—	—	1	—
<i>Populus tremula</i>	2	1	—	—					
<i>Prunus padus</i> ..	—	—	—	3	<b>Kräuter.</b>				
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	—	—	—	<i>Aconitum sep-</i>				
					<i>tentrionale</i> ....	2	3	3	3
<b>Gebüsch-</b>					<i>Actaea spicata</i> ..	—	1	—	—
<b>schicht.</b>					<i>Aegopodium po-</i>				
<i>Acer platanoides</i>	—	1	1	—	<i>dagrarica</i> ....	1	3	3	3
<i>Alnus incana</i> ..	2	4	1+	2	<i>Angelica silvest-</i>				
<i>Juniperus com-</i>					<i>ris</i> .....	1	—	—	1
<i>munis</i> .....	—	1	—	—	<i>Athyrium Filix</i>				
<i>Picea abies</i> ....	1	—	—	—	<i>femina</i> .....	3	—	—	—
<i>Populus tremula</i>	—	1+	—	—	<i>Aracium paludo-</i>				
<i>Prunus padus</i> ..	1	1	—	1	<i>sum</i> .....	1	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	—	1	—	<i>Chaerophyllum sil-</i>				
					<i>vestre</i> .....	—	—	1	—
<b>Feldschicht.</b>					<i>Dryopteris dila-</i>				
<b>Zwergsträu-</b>					<i>tata</i> ....	2	—	—	—
<b>cher.</b>					» <i>Filix mas</i>	—	2	2	2
<i>Alnus incana</i> ..	1	—	1+	—	» <i>linnaeana</i>	2	1	—	—
<i>Prunus padus</i> ..	1	—	—	—	» <i>phegopte-</i>				
<i>Rubus idaeus</i> ..	1	4	1	2	<i>ris</i> .....	1	—	—	—
<i>Vaccinium myr-</i>					» <i>spinulosa</i>	—	—	1	—
<i>tillus</i> .....	1	—	1	—	<i>Filipendula ul-</i>				
<i>Viburnum opulus</i>	—	—	1	—	<i>maria</i> .....	2	2	2	—
					<i>Fragaria vesca</i> ..	2	2	1	—
<b>Gräser.</b>					<i>Galium aparine</i> ..	—	1	—	—
<i>Agrostis capilla-</i>					<i>Geranium silvati-</i>				
<i>ris</i> .....	1	2	1	—	<i>cum</i> .....	1	—	1	—
<i>Calamagrostis</i>					<i>Geum rivale</i> ....	1	—	2	—
<i>arundinacea</i> ..	3	4	—	—	» <i>urbanum</i> ..	—	—	1	—

	1	2	3	4		1	2	3	4
<i>Majanthemum</i>					<i>Vicia sepium</i> ..	—	1	—	—
<i>bifolium</i> ....	2	2	1	—	<i>Viola canina</i>	1	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	2	1	2	—	» <i>mirabilis</i> .	1	—	—	—
<i>Paris quadrifolia</i> .....	—	—	1	—	Bodenschicht.				
<i>Pteridium aquilinum</i> .....	—	—	1	—	<i>Bryum roseum</i> ..	1	—	—	—
<i>Pyrola rotundifolia</i> .....	—	2	—	—	<i>Dicranum scoparium</i> .....	1	—	—	—
<i>Rubus saxatilis</i>	2	2	1	—	<i>Hylocomium proliferum</i> .....	1+	—	(1 <sup>1</sup> )	—
<i>Solidago virgaurea</i> .....	1	—	—	—	<i>Hylocomium triquetrum</i> .....	3	—	—	—
<i>Stachys silvatica</i>	—	—	—	1	<i>Hypnum reflexum</i> .....	1	(3)	(3)	2
<i>Stellaria nemorum</i> .....	—	—	2	4	<i>Mnium silvaticum</i>	1+	(2)	(2)	1
<i>Trientalis europaea</i> .....	1	—	1	—	» <i>punctatum</i>	1	—	—	—
<i>Urtica dioeca</i> ..	—	—	—	2	<i>Plagiochila asplenoides</i> ....	1	—	—	—
<i>Veronica chamaedrys</i> .....	1	2	1	—	<i>Thuidium</i> sp.	1	—	—	—

III. ALNUS INCANA-WIESENWALD, Ruskeala, Tirri. 19/8 1925. In der Baumschicht war neben *Alnus incana* reichlich *Prunus padus* vorhanden, in der Gebuschschicht kamen *Lonicera xylosteum* und *Daphne mezereum* vor. In der Feldschicht wurden als wichtige Arten *Aegopodium podagraria*, *Geranium silvaticum*, *Trollius europaeus* und *Dactylis glomerata* verzeichnet. Eine Bodenschicht war kaum entwickelt. Dolomittfelsen umgaben allseitig in unmittelbarer Nähe die Probefläche, ausserdem lagen an der Oberfläche des Bodens hier und da Dolomitsteine, die aber sonst tiefer in der Moräne fehlten. Feuchtigkeit etwa 5. Bodenprofil:

0—10 cm sandiger Mull  
 10—40 » sandige Moräne, schwache Braunerde  
 40— » » » Untergrund.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef. ber.				
IIIa	Mull	0—10 cm	13,76	0,24	1,71	0,091		6,2
IIIb	Moräne	20—30 »						5,4
IIIc		60 »		0,072	0,091	0,034	0,051	5,6

<sup>1</sup>) Die in Klammern nur auf Steinen.

IV. *ALNUS INCANA*-WIESENWALD, Impilahti, Pullinvuori. Vegetationsaufnahme Tabelle V N:o 2.

Die Probefläche lag auf einem schwach nach E abfallenden Abhang, nur 3 à 4 m von einer steilen Felsenwand entfernt. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—20 cm Mull mit viel Steinen.  
20— » Moräne, Braunerde, allmählich nach unten heller.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH	
				gef. ber.					
IVa	Mull	5—15 cm	21,11	0,868	3,94	0,058	0,034	0,036	5,1
IVb	Moräne	25—30 »							5,5
IVc	»	60—70 »		0,648		0,045	0,016	0,028	5,5

Nitrifizierung war in der Mullprobe kaum merkbar, in der b-Probe stark.

V. *ALNUS INCANA*-WIESENWALD, Impilahti, Pullinvuori. Vegetationsaufnahme Tabelle V N:o 3.

Probefläche schwach nach N abfallend, etwa 20 m nördlich von einem Felsen. Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

0—20 cm Mull mit Steinen  
20—45 » Moräne, schwache Braunerde  
45— » » Untergrund.

Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	N		CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef. ber.		gef. ber.					
Va	Mull	5—15 cm	52,4	1,90	3,63	0,879	1,65	0,098	0,038	0,035	5,0
Vb	Moräne	25—30 »				0,151		0,200	0,013	0,035	5,4
Vc	»	60—70 »				0,105		0,099	0,020	0,053	5,4

Nitrifizierung in der Mullprobe schwach, in der b-Probe gut.

VI. *ALNUS INCANA*-WIESENWALD, Sordavala, Rauskunvuori. Vegetationsaufnahme Tabelle V N:o 4.

Probefläche mässig gegen NE abfallend, am Fusse des Berges gelegen. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—15 cm Mull mit Steinen.  
15—20 » steinige Moräne, schwache Baunerde.  
20— » lehmige Moräne, Untergrund.

Analysen:

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	N		CaO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
				gef.	ber.	gef.	ber.				
VIa	Mull	5—10 cm	24,20	1,21	5,00	0,676	2,72	0,106	0,078	0,046	5,1
VIb	Moräne	40 »				0,242		0,211	0,054	0,084	5,7

Nitrifizierung in der Mullprobe schwach, in der b-Probe gut.



Aus der nördlichen Küstengegend des Ladoga-Sees sind unter dem Namen »Riutta«-Berge solche Felsen bekannt, die eine steile, stark verwitternde Südseite besitzen, wo im Verwitterungsgrus eine eigenartige, viele Seltenheiten beherbergende Flora Fuss gefasst hat. Sie sind also eine Art von Südbergen. Auf dem Insel Mäkisalo in Impilahti ist einer der berühmtesten, Pekavuori, gelegen. Auf einer stark nach SE neigenden Probestfläche wurde (26/8 1925) folgende Vegetationsaufnahme gemacht, die am ehesten eine Krautwiese darstellt und hier anhangsweise mitgeteilt wird:

Feldschicht, Holzgewächse: *Cotoneaster nigra* 3, *Rosa cinnamomea* 1.

Gräser: *Agrostis capillaris* 1, *Calamagrostis arundinacea* 1, *Carex muricata* 1, *Poa pratensis* 1.

Kräuter: *Hypericum perforatum* 3, *Satureja vulgaris* 3, *Galium aparine* 2, *Potentilla argentea* 2, *Thymus serpyllum* 2, *Dianthus arenarius* 1, *Fragaria vesca* 1, *Geum rivale* 1, *Hieracium pilosella* 1, *Myosotis arenaria* 1, *Potentilla anserina* 1, *Satureja acinos* 1, *Sedum acre* 1, *Veronica chamaedrys* 1.

Bodenschicht fehlte.

In der Nähe einzelne Ulmen und Ahorne. Feuchtigkeit 3—4. Die Bodenart war humushaltiges Verwitterungsgrus (Mull).

Analysen. (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	N		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
				gef.	ber.					
VIIa	Mull	5 cm	7,39	0,28	3,79	0,720	0,431	0,225	0,239	7,2

Die Nitrifizierung war gut.

### Besprechung.

Die Wiesenwälder, die oben behandelt worden sind, verdanken ihre Bezeichnung als kalkbegünstigt hauptsächlich *Aconitum septentrionale*. Die übrigen, in meinen Aufzeichnungen erwähnten Pflanzenarten sind grösstenteils indifferent. In LINKOLAS Verzeichnis der in den *Aconitum*-Hainwäldern angetroffenen Arten begegnen wir weiter als Seltenheiten *Cypripedium calceolus*, *Neottia nidus avis*, (*Helleborine latifolia*) und etwas häufiger *Listera ovata*, die als mehr oder weniger deutlich kalkbegünstigt betrachtet werden können. Man muss also sagen, dass das Gepräge der Vegetation im Vergleich mit der åländischen den Kalkfaktor viel weniger hervortreten lässt. Diese Tatsache findet ihre Erklärung in den Ergebnissen der Standortsuntersuchung.

Die studierten Wiesenwälder hatten in allen Fällen als Substrat Moräne oder Grusboden. Die Moräne war meist sandig, bisweilen lehmig und vom im Lande gewöhnlichen Typus. Das Bodenprofil zeigt nicht die gewöhnliche

*Podsolierung, sondern stellt eine ziemlich typische Braunerde dar.* Statt Rohhumus ist hier eine aus gemischten Mineral- und Humusbestandteilen zusammengesetzte, krümelige Mullschicht vorhanden, in der nur einzelne Mineralkörnchen durch ihre blasse Farbe eine schwache Auslaugung kundgeben. Die Mullschicht geht allmählich in eine chocholadenbraune Anreicherungsschicht über, auf die wieder ganz allmählich der unveränderte Untergrund folgt.

*In keinem Falle konnte im Boden Kalkkarbonat nachgewiesen werden.* Die Beträge an leichtlöslichen Kalk, die im Mineralboden gefunden wurden, waren mit einer Ausnahme (der Verwitterungsgrus N:o I) nicht grösser als gewöhnlich in entsprechenden Bodenarten. Die stark lehmige Moräne VIb gab wegen ihrer kleinen Körnchengrösse die höchste Zahl, 0,242 Proz.

Auch der Humus enthielt bedeutend weniger Kalk als entsprechende Bodenproben aus den äländischen Wiesen und Wiesenwäldern. Zahlen wie 1,65—3,95 Proz. CaO auf die organische Substanz berechnet sind zwar für gewöhnlichen Waldhumus hoch, sind aber in wiesenwaldartigen Pflanzengesellschaften auch in anderen Teilen des Landes gefunden worden. Weil der leichtlösliche Kalk nicht in grösseren Mengen als gewöhnlich im Mineralboden des Standortes vorhanden ist, muss die immerhin zu konstatierende Anreicherung im Humus entweder durch die transportierende Wirkung kalkhaltigen strömenden Bodenwassers oder durch die Tätigkeit der Pflanzen selbst zustandekommen. Was den Gesteinsgrund betrifft, so sind in der Gegend von Ruskeala, woher meine Aufzeichnungen N:o I, II u. III stammen, Dolomite und Kalcite so häufig, dass das strömende Wasser reichlich Kalk mitbringen kann. Am Fusse des Berges Pullinvuori in Impilahti (N:o IV u. V) sind auch auf ein paar Stellen kleine Kalkfelsen gefunden worden. Wahrscheinlich kommt aber die Kalkwirkung hier durch die nichtkarbonatischen Grünsteine zustande, die den, aus Gneisgranit bestehenden Berg durchsetzen. Am N-Abhange des, aus Grünsteinen bestehenden Berges Rauskunvuori (N:o VI), in der Nähe von Sordavala kommt reichlich Kalcit vor.<sup>1)</sup> Auch die Vegetation war in vielen Fällen für eine Anhäufung von Kalk günstig. Wissen wir ja durch die Untersuchungen HESSELMANS (1926), dass *Alnus incana* zu den Bäumen gehört, deren Streu viel Kalk enthält.

*Die Reaktionsuntersuchung hat unerwartet niedrige  $p^H$ -Zahlen ergeben.* Während der Moränboden im Lande gewöhnlich als Rosterde oder Untergrund eine Reaktion von  $p^H$  6 oder etwas mehr aufweist, finden wir hier mit ein paar Ausnahmen Reaktionszahlen 5,4—5,7 sowohl in der Braunerde als im Untergrund, also eine deutlich saure Reaktion. Wie diese Ansäuerung des

<sup>1)</sup> Die Angaben über den Gesteinsgrund dieser Gegenden verdanke ich reundlicher Mitteilung des Herrn Staatsgeologen V. HACKMAN.

Mineralbodens zustande kommt, ist ganz unklar. Es sei nur erwähnt, dass ähnliche Verhältnisse schon früher in Braunerdeprofilen aus Mittel-Europa beobachtet worden sind. (NEMEC u. KVAPIL). In ein paar ähnlichen Profilen aus Estland fand ich auch dieselbe Ansäuerung des Mineralbodens.

Auch die Mullschicht war in vielen Fällen unerwartet sauer. Besonders bemerkenswert ist, dass die am meisten typischen Grauerlen-*Aconitum*-Bestände IV, V u. VI übereinstimmende Reaktionszahlen 5,0—5,1 ergaben. Ähnliche Zahlen, die sich kaum von den, in krautreichen Heidewäldern gefundenen unterscheiden, sind auch von AALTONEN (1925) in den Waldbeständen des s. g. *Aconitum*-Typus beobachtet worden. Die saure Reaktion, die im Mull herrscht, ist eine Zeuge davon, dass die Humusstoffe noch von ihrer Sättigung mit Ca weit entfernt sind, was nur durch eine knappe Kalkzufuhr erklärt werden kann.

*Die gefundenen Zahlen der leichtlöslichen übrigen Pflanzennährstoffe fallen durchaus innerhalb der Grenzen des im Lande gewöhnlichen.* Es liegt also kein Grund vor hier besonders günstige Verhältnisse anzunehmen.

Eigentümlich ist, dass in den Mullschichten, wo in ein paar Fällen ziemlich reichliche Stickstoffvorräte nachgewiesen sind, nur sehr schwache Nitrifizierung zustande kam. Der Mineralboden gab dagegen reichlich Nitrat. AALTONEN (1926) hat auch in Proben aus zwei *Aconitum*-Wäldern starke Nitrifizierung bekommen. *Diese Wiesenwälder sind also zu den nitrifizierenden Pflanzengesellschaften zu zählen*, wenn auch die Umwandlung, wie meine Versuche zeigen, in der Humusschicht bei weitem nicht immer glatt verläuft.

Anders gestalten sich offenbar die Verhältnisse in der Krautwiese des Riutta-Berges VII. Der Berg Pekanvuori besteht teils aus Diorit (südlich), teils aus Hornblendegabbro (nördlich), führt aber, soviel man weiss, kein Karbonat.<sup>1)</sup> Im humushaltigen Verwitterungsgrus waren Mg, K und P in leichtlöslicher Form reichlich vorhanden. Auch der Ca-Gehalt war erheblich und die Reaktion annähernd neutral. Ein bedeutender Stickstoffgehalt und eine glatt verlaufende Nitrifizierung waren auch diesem Boden eigen. Diese günstigen Faktoren ermöglichen, zusammen mit dem milden Klima des Südberges, die üppige »Riutta«-Vegetation, die also hier nichts mit Kalkkarbonat zu tun hat.

Man muss also annehmen, dass die ladogischen Wiesenwälder des oben behandelten Typus mit einer etwas erhöhten »Kalkwirkung« (TAMM, 1921) des Standortes zusammenhängen, die durch strömendes, nährstoffreiches Wasser und die günstige Bodenbildung, vielleicht durch eine alte Laubvegetation zustande kommt.

<sup>1)</sup> V. HACKMAN, nach mündlicher Mitteilung.

#### IV. Sonstige Wiesenwälder.

Ausser auf Åland, an der Südküste des finnländischen Binnenlandes und in Ladoga-Karelien begegnet man hier und da im Inneren des Landes wiesenartige Waldtypen. Hierher gehören die besonders im Norden verbreiteten, sehr natürlichen *Geranium silvaticum*-reichen Fichtenwälder, die stellenweise Moränenabhänge bekleiden, und wie HESSELMANN (1917) für ähnliche Pflanzenvereine in Schweden hervorgehoben hat, durch strömendes sauerstoff- und nährsalzführendes Bodenwasser bedingt sind. In Gegenden, wo Brandwirtschaft neulich getrieben wurde, begegnet man auch häufig krautreiche Grauerlen- und Birkenwälder. (Ein Beispiel wird auf S. 75—76 gegeben.) Diese brauchen nicht mit Kalkkarbonatvorkommen im Boden oder in den umgebenden Felsen zusammenzuhängen.

Die wenigen Wiesen und Wiesenwälder, die hier zum Schluss behandelt werden sollen, sind aber in ausgesprochenen Kalkgegenden zu Hause und werden durch das Vorkommen von allgemein als kalkhold bezeichneten Pflanzen gekennzeichnet. Hier werden zuerst zwei hochkrautreiche Fichtenwälder behandelt. Der erste kann man, wenn man so will, zu dem *Geranium*-reichen Typus rechnen.

I. HOCHKRAUTREICHER FICHTENWALD; Puolanka, Pihlajavaara. 26/7 1921. Die Vegetation war folgende:

Baumschicht: *Picea abies* 3, *Alnus incana* 1, *Betula* sp. 1.

Gebüschschicht: *Picea abies* 2, *Alnus incana* 1, *Juniperus communis* 1.

Feldschicht, Zwergsträucher: *Vaccinium vitis idaea* 1, *Linnaea borealis* 1, *Daphne mezereum* 1.

Gräser: *Agropyron caninum* 2, *Melica nutans* 2.

Kräuter: *Geranium silvaticum* 3, *Filipendula ulmaria* 3, *Melampyrum silvaticum* 3, *Aracium paludosum* 2, *Cirsium heterophyllum* 2, *Cypripedium calceolus* 2, *Paris quadrifolia* 2, *Pyrola rotundifolia* 2, *Equisetum silvaticum* 1, *Oxalis acetosella* 1, *Majanthemum bifolium* 1, *Trientalis europaea* 1, *Chamaenerium angustifolium* 1, *Ranunculus acris* 1, *Angelica silvestris* 1.

Bodenschicht: *Hylocomium proliferum* 4, *Hyl. parietinum* 2.

Der Fichtenwald war nur etwa 40 Jahre alt. Vor 60 Jahren war der alte Fichtenwald beinahe vollkommen abgetrieben worden. Der Standort war schwach nach W geneigt; die Feuchtigkeit wurde zu etwa 4—5 geschätzt. In der Gegend sind kalkhaltige Gesteine nicht selten. Bodenprofil:

0—20 cm stark sandhaltiger Mull.

20— » steinige Moräne.

Analysen (Analysator E. STÅHLBERG):

Probe	Bodenart	Tiefe	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
Ia	Mull	10—20 cm	0,91	0,12	0,01	0,03	0,09	7,0

Die Titrierungskurve (Fig. 9, Ia) mit je 15 g Trockensubstanz bekommt ihr Gepräge durch den Humus, der eine verhältnismässig grosse Beständigkeit der Reaktion bedingt.

Die Nitrifizierung war sowohl mit als ohne  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz besonders kräftig. Die Mannitkulturen gaben eine dunkelbraune Pilzvegetation, die ohne  $\text{CaCO}_3$ -Zusatz sich ziemlich schwach, mit  $\text{CaCO}_3$  aber gut entwickelte.

II. HOCHKRAUTREICHER FICHTENWALD; Juuka, Juuanvaara. 27/6 1921  
Vegetationsaufnahme:

Baumschicht: *Picea abies* 3, *Betula* sp. 2.

Gebüschschicht: *Lonicera xylosteum* 2, *Picea abies* 1.

Feldschicht, Zwergsträucher: *Vaccinium myrtillus* 1, *Sorbus aucuparia* 1.

Gräser: *Calamagrostis arundinacea* 3, *Melica nutans* 2.

Kräuter: *Actaea spicata* 4, *Oxalis acetosella* 3, *Convallaria majalis* 2, *Rubus saxatilis* 2, *Majanthemum bifolium* 2, *Viola mirabilis* 2, *Paris quadrifolia* 2, *Melampyrum silvaticum* 2, *Fragaria vesca* 1, *Trientalis europaea* 1, *Solidago virgaurea* 1, *Pyrola secunda* 1.

Bodenschicht: *Hylocomium triquetrum* 3, *Hyl. proliferum* 2.

Die Fichten waren alt und stattlich. Die Gesellschaft nahm ein kleines Areal ein, dicht in der Nähe und östlich eines steilen Dolomithfelsens. Lage plan, Feuchtigkeit 4. Bodenprofil:

0—15 cm sandiger Mull.  
15— » steinige Moräne.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	$\text{CO}_2$	CaO gef.	MgO	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	pH
IIa	Mull	10 cm	0,45	0,38	1,60	0,39	0,09	0,01	0,16	7,2

Die Nitrifizierung war wenigstens in den Lösungskulturen (Lagern wurde leider nicht versucht) schwach, trat aber auch ohne Impfung und  $\text{CaCO}_3$  Zusatz auf. Die Mannitkulturen gaben gute Ergebnisse. Es entwickelten sich dunkelbraune Pilzvegetationen, von denen allerdings die ohne  $\text{CaCO}_3$  bedeutend schwächer war. In 3 Monaten fixierte die Kultur ohne  $\text{CaCO}_3$  2,0, die mit  $\text{CaCO}_3$  3,0 mg N pro 1 g Mannit.

In der Grenzgend zwischen nördlichem Savolax und Karelän wird noch heute Brandwirtschaft getrieben. Auf den alten Brandkulturflächen entstehen später Vegetationstypen von bisweilen heideartigem, bisweilen und am öftesten mehr oder weniger krautreichem wiesen- oder wiesenwaldartigem Charakter. Der letztere Typus wird von dem nachfolgenden Beispiele veranschaulicht.

III. KRAUTREICHER GRAUERLENWALD; Juuka, Halivaara. 21/6 1921.  
Vegetationsaufnahme:

Niedere Baumschicht: *Alnus incana* 5-, *Populus tremula* 2-, *Betula* sp. 2-, *Salix caprea* 2-, *Pinus silvestris* 1.

Gebüschschicht: *Alnus incana* 3, *Salix caprea* 2-, *Sorbus aucuparia* 2-, *Juniperus communis* 1,

Feldschicht, Zwergsträucher: *Vaccinium myrtillus* 3, *Vacc. vitis idaea* 2.

Gräser: *Calamagrostis arundinacea* 3, *Melica nutans* 2.

Kräuter *Rubus saxatilis* 4-, *Geranium silvaticum* 2, *Melampyrum silvaticum* 2, *Solidago virgaurea* 2-, *Majanthemum bifolium* 2-, *Hieracium vulgatum* 1, *Hier. umbellatum* 1, *Viola riviniana* 1, *Chamaenerium angustifolium* 1.

Bodenschicht: *Hypna* 2-, (auf Steinen ausserdem *Hypnum reflexum* und *Hylocomium proliferum*).

Die Probefläche war vor etwa 30 Jahren geschwendet worden und lag an dem sanft geneigten W-Abhange des Berges Halivaara. Die Feuchtigkeit wurde zu 4 geschätzt. Bodenprofil (Eisenpodsol):

0—18 cm	sand- und steinreicher Mull (frühere Kulturschicht der Brandwirtschaft).
18—25 »	Moräne, Bleicherde.
25— »	Rosterde.

Analysen: (Analysator a-Probe H. LÖNNROTH, b-Probe K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
IIIa	Mull	0— 5 cm	0,88	0,08	0,09	0,03	0,06		5,2
IIIb	Rosterde	30 »	0,08	0,23	0,04	0,08	0,10	0,01	5,6

Die Titrierungskurve (Fig. 9, IIIb) bezieht sich auf die b-Probe und zeigt einen, für sandige Rosterdeschichten gewöhnlichen Verlauf mit grosser Nachgiebigkeit vor allem gegen Säuren.

Die Nitrifizierung missglückte in sämtlichen Kulturen. Dagegen gab die Mullprobe auch in der CaCO<sub>3</sub>-freien Mannitlösung gute Pilzvegetation. Die Kultur ohne CaCO<sub>3</sub> fixierte 3,4, die mit CaCO<sub>3</sub> 4,6 mg N auf 1 g gebotener Mannit.

Ebensowenig ist die folgende Vegetation als ursprünglich zu betrachten, da auch hier früher geschwendet worden ist, worauf die reichlichen Kohlenreste im Boden hindeuten. Sie ist wegen der lichten Baumschicht als eine Laubwaldwiese (Laubwiese) zu betrachten.

IV. LAUBWALD-KRAUTWIESE; Juuka, Juuanvaara. 26/6 1921. Vegetationsaufnahme:

Baumschicht: *Betula pubescens* 3-, *Alnus incana* 2-, *Populus tremula* 1, *Picea abies* 1.

Gebüschschicht: *Sorbus aucuparia* 1, *Betula pubescens* 1, *Juniperus communis* 1.

Feldschicht, Gräser: *Carex capillaris* 4, *Melica nutans* 2-, *Luzula pilosa* 2-, *Calamagrostis arundinacea* 2-, *Festuca rubra* 1.

Kräuter: *Angelica silvestris* 3, *Cypripedium calceolus* 3-, *Potentilla erecta* 2, *Pyrola rotundifolia* 2, *Rubus saxatilis* 2, *Listera ovata* 2, *Convallaria majalis* 2, *Aracium paludosum* 2, *Geranium silvaticum* 2-, *Cirsium heterophyllum* 2-, *Picris hieracioides* 2-, *Fragaria vesca* 2-, *Paris quadrifolia* 2-, *Majanthemum bifolium* 2-, *Viola epipsila* 2-, *Melampyrum silvaticum* 2-, *Daphne mezereum* 1, *Solidago virgaurea* 1, *Trientalis europaea* 1, *Hieracium umbellatum* 1, *Oxalis acetosella* 1, *Gymnadenia conopsea* 1.

Bodenschicht: 0. (Vereinzelte Büelten trugen *Hylocomium proliferum* und *triquetrum*).

Die Lage der Probefläche in der Nähe von niedrigen Dolomittfelsen war sanft nach S geneigt, die Feuchtigkeit 4—5. Bodenprofil:

0—10 cm Mull.  
10— » grusreiche Moräne (schwache Braunerde).

Analysen: (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	pH
			gef.		gef.						
IVa	Mull	5 cm	1,41	1,21	2,21	0,12	0,04	0,05	0,08	0,04	7,2
IVb	Moräne	30 »			0,20	0,08	0,07	0,05	0,03		7,3

Da die Humuskurven überhaupt eine sehr grosse Gleichförmigkeit aufweisen, wurde nur die Moränenprobe auf ihre Titrierungskurve (Fig. 9, IVb) untersucht. Es wurde je 15 g Trockensubstanz verwendet. Die Kurve zeigt einen eigenartigen Verlauf, der sich deutlich von den gewöhnlichen Sandkurven unterscheidet. Besonders ist die grosse Resistenz gegen kleinere Alkalimengen bemerkenswert. Auch bei Säurezusatz ändert sich die Reaktion nur allmählich.

Die Nitrifizierung war auch in ungeimpften Proben aus der humösen Schicht ausgezeichnet. Jedoch kommen die guten Ergebnisse nur bei CaCO<sub>3</sub>-Zusatz zustande. Die Mannitkulturen gaben ohne CaCO<sub>3</sub> eine schlechte Entwicklung. CaCO<sub>3</sub>-Zusatz liess aus der Mullprobe ein kräftiges, dunkles Pilzmycel entstehen, das eine N-Fixierung von 4,4 mg pro 1 g Mannit zustandebrachte. Auch die Moränenprobe gab mit CaCO<sub>3</sub> gute Pilzvegetation.

Unten folgen ein paar Krautwiesen aus derselben Kalkgegend.

V. KRAUTWIESE; Juuka, Juuanvaara. 26/6 1921. Vegetationsaufnahme:

Feldschicht, Gräser: *Calamagrostis arundinacea* 2, *Carex capillaris* 2, *Melica nutans* 2, *Agrostis capillaris* 2, *Deschampsia flexuosa* 2, *D. caespitosa* 2-.

Kräuter: *Geranium silvaticum* 4-, *Convallaria majalis* 3-, *Angelica silvestris* 2, *Paris quadrifolia* 2, *Prunella vulgaris* 2, *Solidago virgaurea* 2, *Picris hieracioides* 2, *Aracium paludosum* 2, *Melampyrum silvaticum* 2, *Majanthemum bifolium* 2, *Rubus saxatilis* 2-, *Hieracium umbellatum* 2-, *Cirsium heterophyllum* 2-, *Listera ovata* 2-, *Ranunculus acris* 2-, *Gymnadenia conopsea* 1, *Fragaria vesca* 1, *Filipendula ulmaria* 1, *Botrychium lunaria* 1.

Bodenschicht: *Hylocomium proliferum* 3, *Hyl. triquetrum* 3.

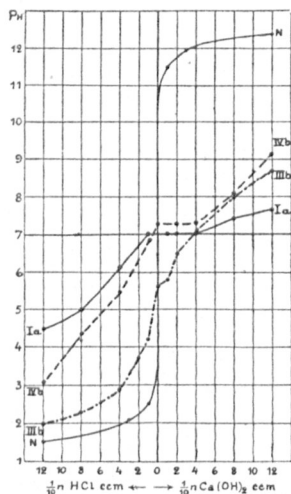


Fig. 9. Titrierungskurven. Ia Mull, IIIb Moräne, Rosterde, IVb Moräne, Braunerde.

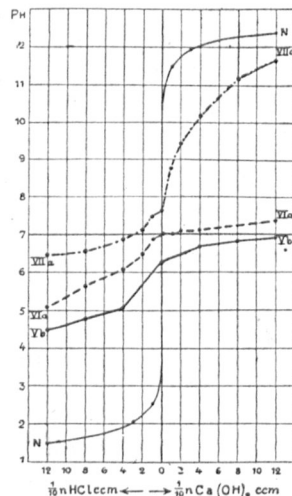


Fig. 10. Titrierungskurven. Vb humusreiche Braunerde, VIa Mull, VIIa Dolomitverwitterungsgrus.

Die Probefläche lag am Waldrande neben einem Dolomitmäsen und war sanft nach O geneigt. Die Feuchtigkeit wurde auf 4—5 geschätzt. Bodenprofil:

- 0— 5 cm Mull.
- 5—45 » Sand, starke Braunerde.
- 45— » Dolomitmäsen.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
			gef.		gef.					
Vb	Sand	20 cm	0,42	0,93	0,53	0,30	0,04	0,04	0,24	6,3

Die Titrierungskurve (Fig. 10, Vb) bezieht sich auf Proben von 15 g Trockensubstanz. Der Humusgehalt war so gross, dass die Kurve einer echten Humuskurve ähnlich wird. Die aktuelle Nachgiebigkeit ist also gering, gegen Alkali 0,1, gegen Säure 0,3.

Die Nitrifizierung war nach CaCO<sub>3</sub>-Zusatz zu den Flüssigkeitskulturen gut. Die Mannitkulturen gaben ohne CaCO<sub>3</sub> kein, mit CaCO<sub>3</sub> mässiges Wachstum von Pilzen.

VI. KRAUTWIESE; Juuka, Juuanvaara. 27/6 1921. Vegetationsaufnahme:

Feldschicht, Gräser: *Agropyron caninum* 2, *Melica nutans* 2-,  
Kräuter: *Angelica silvestris* 4-, *Filipendula ulmaria* 3, *Viola mirabilis* 3-, *V. umbrosa* 2, *V. epipsila* 2, *Convallaria majalis* 2, *Paris quadrifolia* 2, *Oxalis ace-*



*tosella* 2, *Listera ovata* 2, *Majanthemum bifolium* 2, *Cirsium heterophyllum* 2, *Aracium paludosum* 2-, *Melampyrum silvaticum* 2-, *Geranium silvaticum* 2-, *Dryopteris linneana* 2-, *Cypripedium calceolus* 2-, *Coeloglossum viride* 1, *Alchemilla vulgaris* 1, *Actaea spicata* 1, *Dryopteris phegopteris* 1, *Fragaria vesca* 1, *Ranunculus acris* 1, *Trientalis europaea* 1, *Solidago virgaurea* 1.

Bodenschicht: *Hylocomium proliferum* 2, *Brachytecium* sp. 2-.

Die Probefläche zeigte eine deutliche Neigung nach O und lag östlich von einem steilen Dolomittfelsen, etwa 1 m von diesem entfernt. Dicht an dem Felsen dominierten *Actaea spicata* und *Dryopteris phegopteris*. Die Lage war nicht offen, denn teils wurde die W-Sonne von dem Dolomittfelsen verdeckt, teils gaben in der Nähe wachsende, zerstreute Espen, Grauerlen und Fichten einigen Schatten. Die Feuchtigkeit wurde auf etwa 5 geschätzt. Bodenprofil:

0—25 cm Mull.  
25— » steinige Moräne.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CO <sub>2</sub> gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
VIa	Mull	15 cm	1,54	1,23	4,67	0,24	0,05	0,08	0,11	7,0

Die Titrierungskurve (Fig. 10, VIa) bezieht sich auf Proben von je 5 g Trockensubstanz und ist eine typische Humuskurve mit sehr geringer Nachgiebigkeit gegen Alkali und Säure.

Die Nitrifizierung war überall in den Kulturen gut. Ein Zusatz von CaCO<sub>3</sub> war nicht einmal immer nötig. Die Mannitkulturen gaben ohne CaCO<sub>3</sub> eine relativ schwache Entwicklung. Mit CaCO<sub>3</sub> kam ein ausgezeichneter, dunkel brauner Pilzkuchen zustande, der in 3 Monate 3,0 mg auf 1 g anwesenden Mannites fixierte.

Im Zusammenhang mit den Krautwiesen wird hier noch zum Schluss eine krautreiche Moosheide behandelt.

VII. KRAUTREICHE MOOSHEIDE; Juuka, Juuanvaara. 26/6 1921. Vegetationsaufnahme:

Feldschicht, Gräser: *Calamagrostis arundinacea* 2-.

Kräuter: *Antennaria dioica* 3, *Rubus saxatilis* 3-, *Convallaria majalis* 3-, *Gentiana lingulata* 2-, *Erigeron acris* 1, *Helleborine atropurpurea* 1.

Bodenschicht, Moose: *Ditrichum flexicaule* 4, *Barbula convoluta* 3, *Grimmia apocarpa* 2-, *Encalypta contorta* 2-.

Flechten: *Cladoniae* 2.

Der Standort war ein sanft sich gegen W neigender, niedriger Dolomittfelsen, der von Verwitterungsgrus in einer Mächtigkeit von 5—10 cm bedeckt war. Die Feuchtigkeit war sehr gering, 1—2.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N gef.	CaO gef.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
VIIa	Dolomit-Verwitterungsgrus.	5 cm	0,12	> 20,0	10,14	0,04	0,08	0,08	0,01	7,7

Die Titrierungskurve mit je 15 g Substanz (Fig. 10, VIIa) erhält ihr Gepräge von den Karbonaten, die natürlich durch Neutralisation der Säure eine starke Pufferung gegen Säuren ausüben. Gegen Alkali ist der Dolomitsand dagegen stark nachgiebig (akt. Nachg. 1,1).

Die Nitrifizierung glückte nur in geimpften, angefeuchteten Kulturen und, wie zu erwarten war, beinahe eben so gut mit, als ohne Zusatz von CaCO<sub>3</sub>. Die Mannitkulturen gaben eine mässige, dunkle Vegetation, die unter den gewöhnlichen Bedingungen 2,2 mg N fixierte.

### Besprechung.

Unter der Bezeichnung »sonstige Wiesenwälder« sind hier oben einige Pflanzengesellschaften hauptsächlich aus der Grenzgegend zwischen nördlichem Savolax und Karelän behandelt worden, die in bezug auf ihre sowohl Zusammensetzung als Beziehungen zum Kalke sehr verschieden sind. In den hochkrautreichen Fichtenwaldfragmenten I u. II treten an der Seite von trivialen Waldpflanzen wie *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Oxalis acetosella*, *Melica nutans* u. s. w. ausgesprochene Kalkpflanzen wie *Cypripedium calceolus* und *Viola mirabilis* auf. Die Physiognomie wird aber durch hochwüchsige Kräuter wie *Geranium silvaticum*, *Filipendula ulmaria* oder *Actaea spicata* bestimmt. Zwergsträucher spielen keine Rolle. In beiden Fällen war der Mineralboden ganz gewöhnliche, steinige Moräne. Es hatte sich aber ein typischer Mullboden entwickelt mit p<sup>H</sup> 7,0—7,2 in der stark sandigen obersten Schicht. Die Titrierungskurve zeigt, dass diese günstige Reaktion einigermaßen stabil ist. Die Humusstoffe sind durch Ca-haltiges Wasser von in der Nähe befindlichen Felsen gesättigt, wenn auch die Analysen offenbar wegen des geringen Humusgehaltes keine grösseren Ca-Beträge ergeben konnten. Die leichtlöslichen Kalimengen waren klein. Die Nitrifizierung verlief glatt, N-bindende Organismen waren reichlich vorhanden.

Stark vom Kalke beeinflusst sind auch die ausserordentlich üppigen und artenreichen Laubwald- und baumlosen Krautwiesen IV—VI. Sie herbergen solche bemerkenswerte Pflanzen wie *Cypripedium calceolus*, *Listera ovata*, *Gymnadenia conopsea*, *Viola mirabilis*, *Picris hieracioides*, *Aracium paludosum*, *Carex capillaris* u. a., die mehr oder weniger stark kalkbegünstigt sind, dazu noch eine grosse Menge indifferenter Arten. Die Kalkwirkung ist hier stärker als je in einer früher besprochenen Probefläche (einzelne åländische vielleicht

ausgenommen) und kommt auch hier durch  $\text{CaCO}_3$ -reiches Wasser zustande. Die Reaktion ist neutral und stabil. Die Humusstoffe der typischen Mull- oder Braunerdeprofile sind nicht nur gesättigt, sondern sogar übersättigt, so dass sich Kalkkarbonat ausgeschieden hat. Darauf deuten sowohl die hohen Ca-Beträge wie auch die  $\text{CO}_2$ -Zahlen der Analysen IVa und VIa. Die Gehalte an leichtlöslichem Kalium waren, wie gewöhnlich in Ca-reichen Böden, klein. Stickstoff war ziemlich reichlich vorhanden. In dem Falle, wo die unterliegende Moräne analysiert wurde (N:o IVb), zeigte sie ganz gewöhnliche Gehalte an leichtlöslichen Mineralstoffen. Der etwas höhere Ca-Gehalt hängt sicher mit einer schwachen Einmischung von Humus in der Braunerde zusammen. Davon kommt auch die Resistenz besonders gegen Alkali. Die Reaktion  $\text{p}^{\text{H}}$  7,3 spricht aber dafür, dass auch diese Schicht von  $\text{CaCO}_3$ -reichem Wasser durchströmt wird. Der Braunerde-Sand (Vb), der auf dem Dolomitmäslen ruhte, kann vielleicht etwas Dolomit enthalten haben. Er entwickelte ziemlich viel  $\text{CO}_2$ ; sein  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Gehalt war ungewöhnlich gross. Die mikrobiologischen Stickstoffumsetzungen verliefen selbstverständlich in diesen idealen Mullböden ausgezeichnet.

Die krautreiche Moosheide N:o VII hat den am meisten ausgesprochenen Kalkstandort, den Dolomit-Verwitterungsgrus. Wegen der grossen Trockenheit ist die Artenliste kurz. *Helleborine atropurpurea* und einige Kalkmoose bilden die kalkholden Elemente des Standortes. Die Reaktion war  $\text{p}^{\text{H}}$  7,7, die Titrierungskurve die reine  $\text{CaCO}_3$ -Kurve. Kalk und Magnesium waren natürlich reichlich vorhanden, die übrigen leichtlöslichen Nährstoffe aber knapp. Nitrifizierungsbakterien schienen zu fehlen, die Stickstoffbindung war ziemlich gut.

Im Gegensatz zu den oben besprochenen Vegetationstypen hat der krautreiche Grauerlenwald N:o III nichts mit dem Kalk zu tun. Er ist offenbar auf einer ganz gewöhnlichen, podsolierten Moräne durch die Brandwirtschaft entstanden. Nachdem die Fläche sich selbst überlassen wurde, sind Gräser und Kräuter eingewandert, und die Rohhumusbildung konnte nicht wieder einsetzen. Durch fliessendes Wasser und das Laubstreuen der Erlen ist der Mull ziemlich günstig geworden und die Vegetation ist üppig, wenn auch von trivialen Arten, unter ihnen auch Zwergsträucher, zusammengesetzt. Der Ca-Gehalt der Mullschicht ist ziemlich bedeutend, die Reaktion aber deutlich sauer,  $\text{p}^{\text{H}}$  5,2. Die Rosterde der Moräne war nur etwas reicher an Mg, ziemlich sauer und zeigte eine gewöhnliche grosse Nachgiebigkeit besonders gegen Säuren. Wider Erwartung missglückten die Nitrifizierungsversuche vollständig. Wahrscheinlich wird also der N von der reichen Vegetation als Ammoniumsalz verwertet, denn an Stickstoff kann kein Mangel sein. Die aus der Mullprobe erhaltenen Mikroorganismengesellschaften fixierten nämlich davon maximale Mengen.

## Überblick der Kalkfrage.

Wie es keine höhere Pflanze gibt, die im stande wäre *ohne Kalk* zu leben, so dürfte es auch keine geben, die *unbedingt Kalkkarbonat* für ihr Leben nötig hätte. Soviel man weiss, gedeihen auch die am meisten kalkliebenden Pflanzen in der Kultur gut ohne diesen Stoff (Vergl. z. B. die Versuche ZLATNIKS (1928) mit *Sesleria coerulea*). Man kann allerdings dagegen einwenden, dass sie Kalkkarbonat zu ihrer vollen Entwicklung und zur Erlangung genügender Konkurrenzkraft im Freien bedürften; aber diese Annahme ist noch unbewiesen. Jedenfalls hat der Physiologe keinen Grund von besonderen Kalkpflanzen zu reden.

Um so mehr drängt sich dieser Begriff dem Pflanzeographen und Exkurrenten auf. Seit den Tagen FRANZ UNGERS<sup>1)</sup> 1836 hat man allgemein von bodensteten, bodenholden und bodenvagen Pflanzen gesprochen und vom Anfang an stand ihr Verhältnis zum Kalke im Vordergrund. Es ging aber bald wie es uns noch immer geht; über je weitere Gebiete man die Exkursionen ausdehnt, je eingehender man das Vorkommen der verschiedenen Arten beachtet, um so mehr nimmt die Zahl der Kalksteten und der Kalkscheuen ab. Dies führte seinerzeit zu der bekannten pflanzengeographischen Richtung THURMANN'S, die nicht nur dem Kalke sondern den chemischen Eigenschaften des Bodens überhaupt jede Bedeutung absprechen wollte und in den physikalischen Faktoren die entscheidenden erblickte. Es ist jetzt überflüssig zu betonen, dass es sich nicht um ein Entweder-oder sondern um ein Sowohl-als handelt, und dass unter verschiedenen Umständen einmal die eine, einmal die andere Faktorengruppe als wichtiger hervortritt. Die Tatsache, dass die Abhängigkeit der Pflanzen von der chemischen Zusammensetzung und vor allem dem Kalkgehalt des Bodens in zahlreichen Fällen offenbar zu sein scheint, hat sicher zu der Popularität der UNGER'schen, später von CONTE-JEAN u. a. lebhaft verteidigten Richtung beigetragen. Die meisten fragen ja

---

<sup>1)</sup> Es kann natürlich hier nicht von einem Referat der ausserordentlich reichen Kalkliteratur die Rede sein. Unter den neuesten Arbeiten enthält z. B. die von ZLATNIK (1928) ein reiches Literaturverzeichnis. Siehe auch ARRHENTUS (1926) und MEVIUS (1927). Die ältere Literatur findet sich bei ROUX (1900) zusammengestellt.

auch nicht darnach, ob es der Kalkfaktor selbst ist oder irgendwelche seiner Begleiter, welchen die Pflanzen gehorchen.

Man hat versucht die Böden, die einerseits den Kalkpflanzen, andererseits den s. g. Kieselpflanzen zusagen, durch genaue Karbonatgehalte zu charakterisieren. Nach MAGNIN soll mehr als 2—3 Proz.  $\text{CaCO}_3$  Kalkvegetation, weniger als 1—2 Proz. Kieselvegetation hervorrufen. CONTEJEAN ist der Meinung, dass die Grenze dort zu ziehen wäre, wo Brausen mit  $\text{HCl}$  auftritt. In den Vereinigten Staaten sollen nach HILGARD auf schwerem Ton mit 0,50 Proz.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt noch keine Kalkpflanzen gedeihen, auf leichtem Ton aber treten solche schon bei 0,25 Proz., und auf Sand bei 0,15 Proz. auf. Jeder Boden, der mehr als 0,75 Proz.  $\text{CaCO}_3$  enthält soll Kalkpflanzen tragen. Diese Angaben (und mehrere andere liessen sich vorführen) verlieren allerdings sehr an Wert, wenn CONTEJEAN (1879) selbst bei den Versuchen seine Ansichten zu verteidigen behauptet, die meisten Si-Pflanzen könnten noch 4—5 Proz., die empfindlichen jedenfalls noch 2—3 Proz.  $\text{CaCO}_3$  aushalten, und dass andererseits die Ca-Pflanzen noch mit ein paar Zehntel sogar Hundertstel Proz.  $\text{CaCO}_3$  auskommen könnten. Tatsächlich sind, wie meine Analysen deutlich zeigen die Kalkpflanzen gar nicht von irgendwelchen, im Boden analytisch nachweisbaren  $\text{CaCO}_3$ -Mengen abhängig, sondern können ihre Lebensbedingungen ebensogut durch strömendes,  $\text{CaCO}_3$ -haltiges Wasser, durch Ca-Humate u. s. w. finden.

Die Angaben der pflanzengeographischen Kalkliteratur widersprechen sich oft, was zum Teil auf der bekannten Tatsache beruht, dass viele Pflanzen in verschiedenen Gegenden sich ganz verschieden zum Kalke verhalten.<sup>1)</sup> Aber auch innerhalb kleiner Gebiete wird bald das, was von dem einen als kalkhold oder kalkscheu erklärt worden ist, von dem anderen eher als indifferent betrachtet und umgekehrt. Zahlreiche Beispiele lassen sich aufzählen, wo diejenigen unserer einheimischen Pflanzen, welche wenigstens als kalkhold bezeichnet werden, auf einem Boden vorkommen, in welchem sich kein  $\text{CaCO}_3$  vorfindet und der Gehalt an leichtlöslichem Kalk, wenigstens nach den Analysen zu schliessen, nicht grösser als irgend wo anders im Lande ist: *Aconitum septentrionale*<sup>2)</sup> wuchs nach den Analysen (Probe II S. 67) auf einem Boden mit 0,349 Proz. in der Mullschicht, 0,048 Proz. in der Moräne. *Orchis sambucinus*<sup>2)</sup>, an seiner Nordgrenze ohne Zweifel kalkhold, wuchs (Probe XV S. 55) in einem Mullboden mit 0,40 Proz.  $\text{CaO}$ . Dasselbst kam auch *Listera ovata* vor, die auch sonst (z.B. in Ingå, Nyland) ganz unabhängig von Kalkvorkommnissen gefunden wird. (Vergl. Probe XX S. 59 aus der Rhizosphäre von *Listera* mit 0,41 Proz.  $\text{CaO}$  im Mull). *Orchis incarnatus* kommt hier und da auf den

<sup>1)</sup> Vergl. z. B. VIERHAPPER.

<sup>2)</sup> Die Probe stammte aus der Rhizosphäre dieser Pflanze.

weiten Wiesen von Limingo vor, wo in der ganzen Gegend kein Kalkkarbonat gefunden worden ist, *Linum catharticum*<sup>1)</sup>, *Ophioglossum vulgatum*, *Isatis tinctoria* u. s. w., die im Binnenlande oder in anderen Ländern kalkhold sind, gedeihen gut auf den kalkarmen Meeressträndern, *Ophioglossum* ausserdem in Massen auf den karbonatfreien, neulich entblösten Ton- und Lehmböden am See Höytiäinen in Nord-Karelien u. s. w.

Andererseits werden auch als kalkscheu angesprochene Arten auf kalkreichem Boden gefunden. So sah ich z. B. in der Nähe von Dorpat in Estland *Rumex acetosella* auf einem mit  $\text{CaCO}_3$ -Kruste bedeckten Torf ( $\text{p}^{\text{H}}$  colorimetrisch 7,4) wachsen. (Vergl. auch PESOLA S. 227). *Carex pauciflora*, die von PESOLA unter den drei ausgesprochenen Kalkflüchtern, von KOTILAINEN als stark azidophil betrachtet wird, fand ich in Kaavi mit der Abundanz 3 in einem *Paludella*-Moor mit u. a. *Eriophorum latifolium* zusammen, wo der Torf in 10 cm Tiefe (Probe IX. S. 33) immerhin 1,30 Proz. CaO enthielt und die Reaktion  $\text{p}^{\text{H}}$  5,6 war. Allerdings kann ich hier nicht behaupten, dass die untersuchte Probe genau aus der Rhizosphäre der fraglichen Pflanze stammte.

Solche s. g. Anomalien, die einem jeden Exkurrenten bekannt sind, werden häufig auf Konkurrenzverhältnisse zurückgeführt. In einigen Fällen kann dies vielleicht stich halten<sup>2)</sup>, in den meisten beruhen sie aber darauf, dass das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Kalk (ich meine natürlich nicht das vollkommene Fehlen) an sich für die Pflanzen gleichgültig ist, wenn nur andere Bedingungen erfüllt werden. Wir kommen hier auf die moderne Auffassung, die dem wahren Kalkfaktor beinahe jede Bedeutung abspricht.

Bevor wir auf diese Frage eingehen, ist aber zu betonen, dass der leichtlösliche Kalk, wollen wir das Ca-Ion sagen, ganz unabhängig von den Reaktions- und anderen Verhältnissen für die Pflanzen eine Rolle spielen kann, obwohl diese Umstände noch sehr unklar sind. Ich denke hier nicht an die einfache Nährwirkung, sondern daran, dass dieses Ion dank seiner grossen Adsorbierbarkeit und seinen entgiftenden Eigenschaften die Adsorptionsverhältnisse an den Wurzeln und die Aufnahme und Abgabe verschiedener Stoffe beeinflussen kann.

In der Praxis dient der Kalk als Schild für eine gewisse, aber bei weitem nicht konstante Faktorenkonstellation. Die Folge ist, dass da, wo eine solche Konstellation eine Vegetation vom besonderen Typus hervorruft, man gerne vom Kalk spricht, auch wenn Kalkkarbonat nicht vorhanden ist. Zu diesen Faktoren, die oft mit dem Vorkommen von karbonatischem Kalk zusammen-

<sup>1)</sup> Vergl. CAJANDER (1909 a).

<sup>2)</sup> Die Bedeutung des Konkurrenzfaktors im Kalkproblem wird neulich von ZOLLITSCH stark bezweifelt.

hängen, zählen sowohl physikalische als chemische, biotische als abiotische<sup>1)</sup>. Ich möchte sie unter dem Namen *Kalkfaktorenkomplex* zusammenfassen, nicht weil der Kalkfaktor selbst der wichtigste wäre (was ja entschieden nicht der Fall ist), sondern ausschliesslich, weil er am meisten auffällt. Es sind, um nur die wichtigsten zu erwähnen; eine höhere Bodenwärme; Krümelstruktur und damit folgende günstige Durchlüftungs- und Bewässerungsverhältnisse; eine nur schwach saure, neutrale oder schwach alkalische, dabei gegen Säuren wenig nachgiebige Reaktion; schnelle mikrobiologische Veratmung der C-Verbindungen; gute Stickstoff-fixierung und glatte Umwandlung der N-Verbindungen in Ammoniumsalz und Nitrat<sup>2)</sup>. Als ungünstiger Faktor könnte noch erwähnt werden, dass andere Mineralnährstoffe, vor allem das Kalium, ausgetrieben und leicht wegtransportiert werden, weshalb die Ca-reichen Böden in humiden Gebieten, wie auch meine Analysen zeigen, oft arm an leichtlöslichem K sind. Alle diese Faktoren können mehr oder weniger zahlreich vertreten und in verschiedener Kombination auch ohne den eigentlichen Kalkfaktor auftreten. Man kann sich die Sache so vorstellen, dass die wirklich kalksteten Pflanzen die bis auf den Kalk selbst vollständige Konstellation verlangen, die kalkholden kämen auch mit mehr oder weniger defekten Faktorengruppen zurecht u. s. w. *Der für die meisten Pflanzen wichtigste »Kalkfaktor« ist ohne Zweifel die verhältnismässig neutrale und stabile Reaktion, welcher sich ausserdem gewöhnlich die schwerwiegenden mikrobiologischen Faktoren anschliessen.* Wir wollen deshalb und um das Problem zu vereinfachen die Bodenreaktion als Representanten für den ganzen Kalkfaktorenkomplex herausnehmen und sie etwas näher besprechen.

Bekanntlich hängt die Reaktion im Grossen mit den klimatischen Bodentypen zusammen. In südlichen ariden Gebieten sind die Böden in der Oberfläche elektrolytreich und überwiegend neutral oder alkalisch und stabil. In solchen Ländern und noch in semiariden Gebieten ist die Kalk- und gleichzeitig die Reaktionsfrage wenig aktuell.<sup>3)</sup> Die Mehrzahl der Pflanzen, die dort vorkommen, wachsen mit und ohne Kalkkarbonat d. h. sind indifferent. Nur in den Gebirgen und an Felsen von silikatischen Gesteinsarten tritt, wegen der Pufferarmut des Gesteins oder Auslaugung, Ansäuerung auf. Die Gruppen »Kieselpflanzen«, »Kalkpflanzen« u. s. w. sind gegeben. Die Arten, die eine neutrale Reaktion bzw. einen annähernd vollständigen Kalkfaktorenkom-

<sup>1)</sup> Vergl. z. B. BRENNER (1927 b).

<sup>2)</sup> Diese Faktoren finden sich mehr oder weniger ausgeprägt in den Braunerde- und Mullpodsolprofilen, die bei uns in kalkreichen Gegenden häufig sind.

<sup>3)</sup> So findet z. B. BRAUN-BLANQUET (1924) in der »Garigue« von Languedoc sämtliche untersuchte, auch einige verhältnismässig kalkarme Böden, annähernd neutral ( $p^H$  6,2—7,2) und die Pflanzenassoziationen richten sich nach anderen Faktoren.



plex verlangen, können sie nur auf  $\text{CaCO}_3$ -haltigen Felsen oder jungen  $\text{CaCO}_3$ -Böden finden. Deshalb ist unter den Felsenbewohnern die Zahl kalksteter Pflanzen z. B. Moose und Flechten, sowohl südlicher als bei uns, verhältnismässig gross. (Siehe z. B. das Verzeichnis bei VON LINSTOW S. 41). Auch die übrigen Pflanzen zeigen in den niederschlagsreichen und durch häufige saure Standorte gekennzeichneten Gebirgsgegenden die grösste Abhängigkeit vom Kalke, wogegen die anderen, physikalischen Eigenschaften des Bodens stark zurücktreten (Vergl. z. B. VOGLER, BRAUN-BLANQUET u. JENNY). Weiter gegen Norden wird der Boden mit der zunehmenden Humidität des Klimas immer mehr ausgelaugt und die saure Humusbildung gewinnt an Terrain. Die neutralen Standorte ohne Kalk werden immer seltener, die neutrophilen Pflanzen immer kalkholder.<sup>1)</sup> Besonders in den nordischen Gebirgsgegenden ist die Zahl der kalksteten Arten gross (Siehe TH. C. E. FRIES). Aber auch relativ nördlich und innerhalb kleinerer Gebieten kann die Einwirkung des Klimas auf die Kalkstetigkeit der Pflanzen sehr deutlich hervortreten. In niederschlagsarmen Gegenden von Süd-Schweden (Småland) begegnen uns, wie STERNER (1922) gezeigt hat, kontinentale, offenbar mehr oder weniger neutrophile Pflanzen bisweilen mit, bisweilen auch ohne dass  $\text{CaCO}_3$  in den oberen Bodenschichten vorhanden ist. Dagegen werden ähnliche anspruchsvolle Arten in einem naheliegenden, humiden Gebiete ausgesprochen kalkhold. (STERNER (1921), vergl. auch PESOLA S. 225). Die Kalkfrage drängt sich sehr dem Beobachter in Ländern, wie Finnland, auf, wo die neutralen Kalkstandorte selten und weit auseinander in einem sonst überwiegend sauren Gelände vorkommen.

Die allbekannte Tatsache, dass viele Pflanzen an ihren Nordgrenzen kalkhold werden, ist dadurch erklärt worden, dass sie die Wärme des Kalkes aufsuchen. *Ich glaube ein wichtigerer Umstand liegt darin, dass diese Arten neutrophil sind und im Norden ihren notwendigen Faktorenkomplex nunmehr nur oder vorwiegend mit Hilfe des Kalkes finden können.* Wahrscheinlich sind ausserdem ihre Ansprüche auf eine neutrale Reaktion bei der ungünstigen Gestaltung der klimatischen Faktoren mehr kategorisch.

Immerhin gibt es ja auch in Finnland eine ganze Menge von Möglichkeiten, eine neutrale oder schwach saure, beständige Reaktion zu finden ohne dass Kalziumkarbonat im Boden nachweisbar zu sein braucht. Wir wollen sie etwas näher untersuchen und nachsehen, inwieweit sie zur Erklärung der beschriebenen s. g. kalkbegünstigten Vegetationstypen dienen können.

---

<sup>1)</sup> Vergl. auch BRAUN-BLANQUET (1928 S. 155).



Überblicken wir die Standorte der s. g. kalkbegünstigten Pflanzengesellschaften, die in dieser Arbeit untersucht worden sind, so finden wir, dass verhältnismässig wenige festes  $\text{CaCO}_3$  enthalten haben. Es waren (ausser Moose und Flechten beherbergenden Felsen) nur der Dolomitverwitterungsgrus (VII, S. 80) und der Mergelton (VI, S. 50), die  $\text{CaCO}_3$  in so geringer Tiefe enthielten, dass die Wurzeln der Gräser und Kräuter sicher damit in Berührung kamen. Ausserdem können einige neutrale, gesättigte Torf und Mullböden (z. B. N:o IV, S. 77)  $\text{CaCO}_3$  in geringer Menge enthalten haben. Hinsichtlich der übrigen gaben die Analysen entschieden negative Ergebnisse.

Nichtsdestoweniger können solche Böden kalkreich und neutral sein. Ca-Humat oder die mit Ca mehr oder weniger gesättigten Humusstoffe wirken in vielen Hinsichten wie das Ca-Karbonat. Nur sind sie auch im  $\text{CO}_2$ -gesättigten Wasser viel weniger löslich, also schwerer wegtransportierbar. Sie setzen sich mit Säuren um und dienen als gute Puffer. (Siehe die Titrierungskurven in den Figg. 2, 3, 4, 9 u. 10). Die Reaktion solcher Humusböden steht in keiner strengen Beziehung zum Ca-Gehalte. Sie ist nämlich teils von den säurebildenden, teils von den neutralisierenden Prozessen abhängig (vergl. WARÉN, KOTILAINEN u. a.). Beispiele solcher Abweichungen sind früher (S. 42) gegeben worden. Jedoch ist das gewöhnlichste, dass Humusböden mit höherem Ca-Gehalt auch mehr gesättigt und infolge dessen weniger sauer sind.

Die Fähigkeit der Mineralböden, eine stabile, relativ neutrale Reaktion hervorzurufen und eine s. g. Kalkwirkung auszuüben beruht in erster Linie auf ihrem Vermögen durch Verwitterung lösliche Salze, hauptsächlich Ca-Salze zu liefern. Hier ist sowohl die chemische Zusammensetzung als die Körnchengrösse von Bedeutung. Wie ich schon früher hervorgehoben habe, spielt das  $\text{CaCO}_3$  in den Mineralböden des finnländischen Festlandes die kleinste Rolle, weil dieses, wenn ursprünglich im Muttergestein vorhanden, wenigstens aus der Feinerde ausgelaugt worden ist.<sup>1)</sup> Es kommt lediglich auf relativ leichtlöslichen, silikatischen Kalk und andere Elektrolyten an, die sich mit den sauren Humusstoffen verbinden und milde Mullböden hervorrufen können. Die Bedeutung der mineralischen Zusammensetzung der Moränen für die Vegetation haben viele Autoren hervorgehoben. In Schweden teilt sie TAMM (1924) in Kategorien verschiedener Kalkwirkung. Bei uns hat SAXÉN mit Hilfe von PETERSSONS Vegetationsaufzeichnungen auf das Zustandekommen von laubwiesenartigen Vegetationstypen in den Amphibolitgebieten von Terjärv im mittleren Österbotten aufmerksam gemacht, und ähnliche Beobachtungen lassen sich auch in anderen Gegenden anstellen. Offenbar ist weiter, dass der Reichtum eines Bodens an feinkörnigem Material seine Kalkwirkung vergrössern wird. Dies geschieht hauptsächlich durch

<sup>1)</sup> Einer anderen Meinung ist SAXÉN, der glaubt, die Kalkwirkung der Amphibolitmoräne beruhe zum Teil auf einem Karbonatgehalt.

vermehrte Löslichkeit, vielleicht auch durch die s. g. Adsorptionspufferung (BRENNER 1924a), bei der die Kolloide unabhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung H-Ionen adsorbieren. So kommt den neutralen, schweren Tonböden, die auf dem Festlande immer karbonatfrei sind, eine erhebliche Kalkwirkung zu, die sich oft im Vorkommen kalkbegünstigter Pflanzen (z. B. *Tussilago farfara*, *Listera ovata*, *Ophioglossum vulgatum* u. a.) äussert. Neutrale Tonböden rufen, wenn sie etwas kupiert sind, im allgemeinen wiesenwaldartige Pflanzengesellschaften hervor. Die Kalkwirkung aller Böden wird nämlich ganz natürlich, wie z. B. TAMM (1921) ausdrücklich betont, in den Abhängen durch das bewegliche Bodenwasser verstärkt. Aber auch auf feuchten, aus Glacialton gebildeten Ebenen treten Braunmoose, unter ihnen bisweilen ziemlich stark kalkbegünstigte Arten (z. B. *Hypnum trichoides*) als Torfbildner auf. Erst wenn der Torf mächtiger wird, kann er in den oberen Schichten stark sauer werden. In glacialen Tonböden kann der Gehalt an leichtlöslichem Kalk ziemlich hoch sein (0,4—0,6 Proz.), obwohl von  $\text{CaCO}_3$  keine Rede ist.

In diesen Fällen wird die neutrale Reaktion im Humus durch Neutralisation aufrecht erhalten. Andererseits kann ein Boden nur deshalb neutral sein und bleiben, weil die säurebildenden, mikrobiologischen Prozesse gehemmt sind oder gar nicht stattfinden können. Dies dürfte oft für trockne, der Sonne exponierte s. g. xerotherme Standorte gelten, wo die »Kalkfaktoren« neutrale Reaktion und Wärme genügen, um kalkbegünstigte Pflanzen gedeihen zu lassen. (Vergl. KRAUS). In unseren, im Sommer relativ niederschlagsarmen Schärenhöfe findet man häufig solche trockne Südabhänge, die einige Seltenheiten, teilweise auch kalkbegünstigte Arten beherbergen. Ebenso verhalten sich die »Riutta«-Berge (S. 71).

---

Wir kommen jetzt zu einem, für die Beleuchtung der Kalkfrage sehr wichtigen Faktor, das bewegliche Bodenwasser. Es ist ja offenbar, dass in Gegenden, wo  $\text{CaCO}_3$  in den umgebenden Gesteinen oder Bodenarten zu finden ist, die Bodenflüssigkeit beträchtliche Mengen vom sauren Karbonat enthalten kann. Ob die Pflanzen das  $\text{CaCO}_3$ , wie auch die übrigen Mineralstoffe aus ihrer eigenen Rhizosphäre gelöst oder von anderen Stellen herantransportiert bekommen, ist ihnen offenbar vollkommen gleichgültig. Edaphische Standorte ohne im festen Boden nachweisbares  $\text{CaCO}_3$  können also ebenso ausgeprägte karbonatische Standorte sein wie andere. (Vergl. u. a. CEDERGREN (1925). Zu dieser Kategorie möchte ich die åländischen *Sesleria*-Standorte, die *Cypripedium*-Standorte, sowie einige Moor- und Moorwiesen-Standorte auf abfallendem Boden oder an den Rändern der Moore zählen.

Aber auch ohne dass die bewegliche Bodenflüssigkeit  $\text{CaCO}_3$  enthält, ist ihre Bedeutung für das Aufrechterhalten einer relativ neutralen Reaktion und für das Gedeihen der Pflanzen sehr gross. Sie enthält nämlich immer Sauerstoff und wichtige Pflanzennährstoffe. Die Humusbildung wird in einer günstigen Richtung beeinflusst. Es kommen meist nur mässig saure Mullböden zustande, wo die mikrobiologischen Umsetzungen z. B. die Nitrifizierung gut verlaufen. Hierüber hat HESSELMAN (1917) eingehend berichtet. Es entsteht also ein unvollständiger Kalkfaktorenkomplex, der aber einigen s. g. kalkbegünstigten Vegetationstypen genügen kann. Es gehören hierzu die Gras- und Krautgesellschaften an Bachläufen und Quellen, die hochkrautreichen (*Geranium*-) Wälder an frischen Abhängen. Auch die *Aconitum*-Wälder von Ladoga-Karelien werden meiner Ansicht nach hauptsächlich durch sauerstoff- und nahrungsreiches Bodenwasser und die günstigen Eigenschaften der entstandenen Mullböden bedingt. Wohl kann dieses Wasser in Geländen, wo Felsen von Dolomit oder anderen karbonathaltigen Gesteinen vorkommen, etwas tiefer im Mineralboden auch Karbonat enthalten. Andererorts dürfte dies nicht zutreffen, und jedenfalls kann das Wasser, das durch die Mullschicht fliesst, kein Karbonat enthalten, weil die Reaktion hier recht erheblich sauer ist. Die Ca-Gehalte sind aber trotzdem ziemlich hoch.

Das bewegliche Bodenwasser ist ohne Zweifel ein ausserordentlich wichtiger komplexer Faktor, den man aber bei ökologischen Untersuchungen nur schwer näher verfolgen und beurteilen kann. Er macht aber die Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen, gleichgültig was für Lösungsmittel man verwendet, illusorisch, weil die Pflanzen auf diesem Wege ganz unabhängig von den in der Rhizosphäre zu findenden leichtlöslichen Nährstoffen, von anderswo reichliche Mengen erhalten können. Untersuchungen über den Ca-Gehalt des Bodenwassers wären sehr erwünscht, sind aber schwer anzustellen und müssten eigentlich über die ganze Vegetationsperiode ausgedehnt werden. Einige Analysen von Wasser aus gegrabenen Löchern, aus Quellen und Bächen werden von HESSELMAN (1926 S. 532) mitgeteilt.

Noch kräftiger neutralisierend als das mineralstoffreiche Bodenwasser wirkt selbstverständlich das Meereswasser, wo es zeitweise die salinen und suprasalinen Strandgürtel benetzt und auf exponierten Küsten als vom Winde verwehte Tropfen noch in der supralitoral Zone wirken kann. Hierauf beruht offenbar das Auftreten von s. g. Kalkpflanzen am Meeresstrande.

---

Inwieweit die Pflanzen selbst sich einen stabil-neutralen d. h. einen mehr oder weniger ausgeprägten »Kalkstandort« aufbauen können, ist eine interessante Frage, die teils mit der Art der Pflanze, teils mit den Eigenschaften,

vor allem der Pufferung des Bodens zusammenhängt. Die Förna-arten, die von den verschiedenen Pflanzenarten geliefert werden, sind ja in Hinsicht auf ihren Kalkgehalt und ihre übrige Zusammensetzung verschieden. Einige sind mehr für Umwandlung in saurer, andere in relativ neutraler Richtung geeignet. Für die Bildung von relativ neutralem Mull, ist nach HESSELMAN (1926) die Förna der Laubbäume günstig, unter ihnen besonders die der Erlen, welche auch als Bodenverbesserer nunmehr ziemlich allgemein anerkannt sind. Wahrscheinlich hat die Grauerle zur Schaffung der »Kalkstandorte« der *Aconitum*-reichen *Alnus incana*-Wälder (N:o III, IV, V u. VI S. 69—70) und des Wiesenwaldes der Brandkulturfläche (N:o III S. 76) kräftig beigetragen. In Schweden haben ja HALDEN und HÅRD AV SEGERSTAD darauf aufmerksam gemacht, dass alte Laubvegetation für sich schon »Kalkstandorte« hervorrufen kann. Auf pufferarmen Böden (und solche sind ja unsere sandige Moränen überhaupt) dürfte die Art der sich zuerst ansiedelnden Vegetation ausschlaggebend sein. Die gewöhnlichen Flechten, Moose, Zwergsträucher und später Nadelbäume liefern, wie bekannt, sauren Rohhumus. Finden sich aber, wie oft nach dem Schwenden geschieht, Gräser und Kräuter und nach ihnen Laubbäume, besonders die Grauerle ein, so sind die Aussichten für die Bildung und den Fortbestand des milden Humus gegeben.

Es sieht jedoch aus, als ob die Qualität der Förna nicht immer das wichtigste wäre. Die weitere Bearbeitung des Materials wird ja von verschiedenen Mikroorganismen übernommen, deren Art und Gedeihen auch bestimmen können, ob aus dem Streu ein milder Mull oder saurer Rohhumus werden soll. Ich erinnere an das klassische Beispiel von P. E. MÜLLER, nach dem das Streu der Buche sich auf gleichem Boden bald in Mull, bald in Rohhumus umsetzen kann. Ohne eine *neutrogene* Mikrobenflora wäre wohl auf stark saurem Mineralboden das Zustandekommen des neutralen Torfes, der auf der Wiese in Töfsala (N:o IX S. 51) *Primula farinosa* gedeihen lässt, kaum zu verstehen. Der etwas höhere Ca-Gehalt kann hier nicht auf primären Ursachen beruhen, sondern entsteht offenbar dadurch, dass die neutrale Reaktion die Auflösung und den Wegtransport des, in den Pflanzenresten angehäuften und sich durch schnelle Vermoderung immer mehr anhäufenden Kalkes verhindert. — Gewöhnlich arbeiten aber die Mikroorganismen in humiden Gebieten, wie unsere, in saurer Richtung, sind also *acidogen*, vorausgesetzt, dass sie nicht durch lokale Trockenheit, Insolation u. s. w. gestört werden, oder dass ihre sauren Produkte vom Mineralboden her einer dauernden Neutralisation ausgesetzt werden.

---

Wir haben oben die schwach saure oder neutrale Reaktion als wichtigsten aller Kalkfaktoren bezeichnet. Durch Kulturen ist ja zur Genüge bewiesen (OLSEN, MEVIUS (1921) u. a.), dass es tatsächlich sowohl acidophile als auch mehr oder weniger neutrophile Arten gibt, und ihre Amplituden werden im Freien durch den Konkurrenzkampf wahrscheinlich noch enger gemacht. So empfindlich gegenüber der Reaktion, wie manche Autoren glauben, sind aber die Pflanzen offenbar nicht, und die Zahl derer ist sehr gross, die eine weite Amplitude besitzen und deshalb auch in dieser Meinung mehr oder weniger indifferent sind (vergl. OLSEN, KOTILAINEN u. a.). Der Reaktionsfaktor ist ja innerhalb der optimalen, weiteren oder engeren Amplitude bedeutungslos. Eine weite Amplitude müssen alle Arten besitzen, die in pufferarmen Böden, z. B. reinen Silikatsanden wurzeln, weil sie hier grossen Schwankungen in der  $p^H$  ausgesetzt sein können; weiter auch alle Pflanzen z. B. Bäume, deren Wurzel in mehr als einer Bodenschicht sich verbreiten, deren verschiedene Schichten durch verschiedene Reaktionszahlen gekennzeichnet sind. Der Unterschied zwischen der obersten und tiefsten Schicht des gewöhnlichen Podsolprofils beträgt ja nicht selten mehrere  $p^H$ -Einheiten (3,5—6,8). Eine Ausnahme können auch solche Arten bilden, welche sich sonst stenotop gegen die Bodenreaktion, z. B. neutrophil verhalten, was natürlich darauf beruht, dass *eine ungünstige Reaktion ebenso gut wie alle übrigen Faktoren im gewissen Grade durch andere, günstige kompensiert werden kann*. (Siehe z. B. die ausgezeichnete Schrift ROMELLS). Neulich hat ÅSLANDER gezeigt, dass die Pflanzen beim grösseren Gehalte an Nährstoffen im Boden höhere H-Ionenkonzentrationen auszuhalten vermögen, was offenbar mit einer antagonistischen Wirkung der Elektrolyte zusammenhängt. Selbst fand ich einmal die neutrophile Zuckerrübe auf einem gut gedüngten Torfe bei  $p^H$  5,0 gedeihen. Dem Agrikulturchemiker kommen solche Fälle oft vor Augen. Besonders sieht es aus, als ob eine saure Reaktion im Torfe nicht so gefährlich wäre. — Als solche Anomalien kommen vielleicht die Vorkommnisse von *Aconitum* auf  $p^H$  5,0—5,1 (Analysen IV—VI a S. 70) und *Orchis sambucinus* auf  $p^H$  5,0 (Analyse XVa S. 55) in Betracht. An diesen Stellen könnte man sich strömendes, nahrungs- und sauerstoffreiches Wasser als Kompensation denken. Andererseits waren es vielleicht dieselben günstigen Umstände, die der stark acidophilen *Carex pauciflora* ermöglichten, mit einer so hohen  $p^H$  wie 5,6 (Analyse IXa S. 33) auszukommen.

Man kann sich also denken, dass ein unvollständiger »Kalkfaktorenkomplex« auch ohne die relativ neutrale Reaktion bestehen kann, denn die verschiedenen Einzelfaktoren sind im allgemeinen nicht fest an einander gebunden. Dies gilt auch für die mikrobiologischen Faktoren. Zwar habe ich bei meinen Versuchen nie Nitrifizierung in jungfräulichen Böden unter  $p^H$  5,0 bekommen; aber durch andere Forscher, HESSELMAN (1917), WEIS u. a. ist

eine solche sogar in stark sauren Böden sicher festgestellt worden und soll nach GAARDER und HAGEM (1923) von besonderen Bakterienarten bewirkt werden. Auch die N-Fixierung ist nach meiner Erfahrung (BRENNER 1927 c) hauptsächlich in neutralen oder relativ wenig sauren Böden zu finden, aber mit Sicherheit muss sie auch in ausgesprochen sauren Böden erwartet werden.

So finden wir also, dass die Kalkfrage, ebenso wenig wie irgendein anderes ökologisches Problem, sich aus dem Studium eines einzigen Faktors beurteilen lässt, sondern die Beachtung einer Menge von Faktoren verlangt, durch deren Zusammenwirken in verschiedenen Kombinationen das, dem Exkurrenten auffallende Ergebnis zustande kommt.

## Literaturverzeichnis.

- AALTONEN, V. T. (1925): Über den Aziditätsgrad des Waldbodens. *Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae*. Bd. 9. Helsingfors.
- (1926): Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. *Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae*. Bd. 10. Helsingfors.
- AARNIO, B. (1920): Om de finska jordmånernas kalkhalt. *Geol. Komm. i Finland Geotekniska meddel.* N:o 27. Helsingfors.
- ARRHENIUS, O. (1920): Öcologiske Studien in den Stockholmer Schären. *Diss.* Stockholm.
- (1926): Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig.
- BERGHELL, H. (1904): Beskrivning till jordartskartan. Sektionen D 2 Nyslott. Geologiska kommissionens geologiska översiktskarta öfver Finland. Helsingfors.
- BJERRUM, N. OG GJALDBÆK, J. K. (1919): Undersøgelser over de Faktorer, som bestemmer Jordbundens Reaktion. *Den Kongelige Veterinaer- og Landbohøjskole Aarsskrift*. København.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1924): Études sur la végétation méditerranéenne III. Concentration en ions H et calcimétrie du sol de quelques associations de la garigue languedocienne. *Bull. soc. bot. de France*, Tome XXIV p. 639 et. 879.
- (1928): *Pflanzensoziologie*. Berlin.
- U. JENNY, H. (1926): Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. *Denkschr. d. schweizer. naturf. Ges.* Bd. LXIII, 2. Zürich.
- BRENNER, WIDAR (1921 a): Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. *Fennia* 43, N:o 2., u. *Geol. Komm. i Finland Geotekniska meddel.* N:o 32. Helsingfors.
- (1921 b): Några synpunkter och försök vid bedömandet av jordens bördighet. *Nordisk Jordbruksforskning*. København 1922.
- (1922 a): Undersökningar över jordens vätejonkoncentration och dess betydelse för bördigheten. *Lantbruksveckans handlingar*, Stockholm.
- (1922 b): Markens reaktion som ekologisk faktor. (Vortragsreferat). *Soc. pro faun. et flora fenn. Meddel.* 49. Helsingfors 1925.
- (1924 a): Über die Reaktion finnländischer Böden. *Geol. Komm. i Finland, Agrogeol. meddel.* N:o 19, u. *Comité internat. de Pédologie*, IV Comm. Helsingfors.
- (1924 b): *Azotobacter* in finnländischen Böden. *Geol. Komm. i Finland. Agrogeologiska meddel.* N:o 20. Helsingfors.



- BRENNER, WIDAR (1926 a): Untersuchungen über die Bodenreaktion in Finnland. Verhandl. d. 2 Komm. d. int. bodenkundl. Ges. Teil A. Groningen.
- (1926 b): Om kvävets fixering i finländska jordar. Nordisk Jordbrugsforskning, København.
- (1927 a): Odlingsjordarnas reaktion i Finland. Bull. agrogeological inst. of Finland N:o 21. Helsingfors.
- (1927 b): Der Standort und die ökologischen Faktoren. Botaniska Notiser, Lund.
- (1927 c): Über Stickstoffbindung durch frei lebende Mikroorganismen im Boden. Int. Soc. of. Soil Science, Proceedings. Washington.
- CAJANDER, A. K. (1909 a): Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. III. Die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler. Acta soc. scient. fenn. Tom XXXVII, Helsingfors.
- (1909 b): Ueber Waldtypen. Acta forestalia fennica Bd. 1. Helsingforsiae 1913.
- (1913): Studien über die Moore Finnlands. Acta forestalia fennica 2, Helsingforsiae.
- CEDERCREUTZ, C. (1927): Studien über Laubwiesen in den Kirchspielen Kyrkslätt und Esbo in Südfinnland. Acta botanica fennica 3. Helsingforsiae.
- CEDERGREN, GÖSTA R. (1925): Om floran i Norrbärke socken i Dalarnes Bergslags och dess förhållande till kalken. Botaniska Notiser, Lund.
- CHODAT, F. (1924): La concentration en ions hydrogène du sol et son importance pour la constitution des formations végétales. Thèse, Genève.
- CHRISTOPHERSEN, E. (1925): Soil reaction and plant distribution in the Sylene national park, Norway. Transactions of the Connecticut academy of Arts and sciences. Vol. 27. New Haven, Conn.
- CLARK, W. M. (1928): The determination of hydrogen ions. Baltimore.
- CONTEJEAN, CH. (1874—75): De l'influence du terrain sur la végétation. Ann. des sc. nat. Serie botanique V Tome XX p. 266 et. VI Tome II p. 222. Paris.
- (1879): Pourquoi l'on rencontre quelquefois les plantes du calcaire associées à celles de la silice. Compt. rend. Tome LXXXVIII, p. 872. Paris.
- DU RIETZ, G. E. (1921): Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Akademische Abhandlung. Uppsala u. Wien.
- ESKOJA, P., HACKMAN, V., LAITAKARI, A. OCH WILKMAN, W. W. (1929): Kalkstenen i Finland. Geologiska kommissionens i Finland Geotekniska medd. N:o 21. Helsingfors.
- FRANK, E. (1927): Über Bodenazidität im Walde. Diss. Freiburg.
- FRIES, THORE C. E. (1925): Die Rolle des Gesteinsgrundes bei der Verbreitung der Gebirgspflanzen in Skandinavien. Svenska växtsociologiska sällskapets handlingar. Uppsala.
- FROSTERUS, BENJ. (1928): De finska kalkstensfyndigheterna och deras betydelse för jordbruket. Bulletin of the agrogeological institution of Finland N:o 24. Helsingfors.
- GAARDER, T. U. HAGEM, O. (1921): Salpetersyredannelse i udyrket jord. Medd. fra Vestlandets forstlige forsøksstation. Bergen.
- (1923): Nitrifikation in sauren Lösungen. Bergens Museums Aarsbok, Naturvidensk. Raekke N:o 1.
- GILLESPIE, L. J. (1916): The reaktion of soil and measurements of hydrogen ion concentration. J. Wash. Acad. Sci. Vol. VI N:o 1.



- HALDEN, BERTIL E. (1920): Om de norrländska skalbankarnas växtgeografiska betydelse. Svensk botanisk tidskrift. Bd. 14.
- HESSELMAN, H. (1904): Zur Kenntniss des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Beihefte z. Bot. Centralbl. XVII.
- (1917): Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt, 13—14. Stockholm.
- (1926): Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt, 22. Stockholm.
- HILGARD, E. W. (1888): Ueber den Einfluss des Kalkes als Bodenbestandtheil auf die Entwicklungsweise der Pflanzen. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik herausgegeben von E. Wollny. Bd. X, Heidelberg.
- HUDIG, J. EN STURM, W. (1919): Het meten van Waterstof-ionen-concentraties in bodemextracten en bodemsuspensies. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstation N:o XXIII, Gravenhage.
- HÅRD AV SEGERSTAD, F. (1924): Sydsvenska florans växtgeografiska huvudgrupper. Malmö.
- KELLEY, A. P. (1923): Soil acidity, an ecological factor. Soil science 16.
- KOTILAINEN, M. J. (1928): Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des finnischen Moorkulturvereins N:o 7. Helsingfors.
- KRAUS, G. (1911). Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena.
- KULLING, O. (1926): Nya data till Ålands geologi II. Den nyupptäckta östersjökalken i Lumparfjärden. Geol. fören. Stockholm förhandl. Bd. 48, S. 503.
- KURZ, H. (1923): H-conc. in relation to ecological factors. Bot. Gaz. 76.
- LINKOLA, K. (1916): Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. Acta soc. pro fauna et flora fenn. Bd. 45. Helsingfors.
- V. LINSTOW, O. (1929): Bodenanzeigende Pflanzen. Abhandlungen der preussischen geologischen Landesanstalt. Berlin.
- LUNDBLAD, K. (1924): Ett bidrag till kännedom om brunjords- och mulljordstypens egenskaper och degeneration i södra Sverige. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt 21. Stockholm.
- LUNDEGÄRDH, H. (1925): Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena.
- MELIN, E. (1917): De norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. Norrländskt Handbibliotek VII, Uppsala.
- METZGER, ADOLF A. TH. (1927): Zur Kenntnis des nordbaltischen Kambro-Silurs auf Åland und im südwestlichen Küstengebiet Finnlands. Fennia Bd. 47. Helsingfors.
- MEVIUS, W. (1921): Beiträge zur Physiologie »kalkfeindlicher« Gewächse. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 60, S. 147.
- (1927): Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft. Heft. 11. Freising-München.

- MÜLLER, P. E. (1887): Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- NEMEC, A. u. KVAPIL, K. (1924): Biochemische Studien über die Azidität der Waldböden. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, Bd. 56. S. 323.
- OLSEN, C. (1921): Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelningen i Naturen. Medd. Carlsberg Lab. 15. København.
- PALMGREN, A. (1915—16): Studier öfver lövängsområdena på Åland I—III. Acta soc. pro fauna et flora fenn. 42. Helsingfors.
- (1921): Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor. Acta soc. pro fauna et flora fenn. 49. Helsingfors.
- PESOLA, VIILHO A. (1928): Kalsiumkarbonaatti kasvimaantieteellisenä tekijänä Suomessa. Annales soc. zoolog-botanicae Fennicae Vanamo, Tom. 9, N:o 1. Helsinki.
- V. POST, L. (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité internat. de Pédologie, IV Comm. N:o 22. Helsingfors.
- RAUNKIAER, C. (1922): Forskellige Vegetationstypers forskellige indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration). Kgl. danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Medd. III, 10. København.
- ROMELI, L.-G. (1926): Über das Zusammenwirken der Produktionsfaktoren. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 65.
- ROUX J. A. (1900): Traité historique, critique et experimental des rapports des plantes avec le sol et de la chlorose végétale. Montpellier et Paris.
- RÜHL, A. (1928): Untersuchungen über die Humusazidität einiger Süd-Est-ländischer Wälder. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft Bd. XXXV, 3—4. Dorpat.
- SALISBURY, E. J. (1922): The soil of Blakeney-Point. A Study of soil reaction and succession in relation to the plant covering. Ann. of. Botany, vol. XXXVI.
- SAXÉN, M. (1928): Über den Einfluss des Gesteinsgrundes auf die Vegetation. Beobachtungen aus einem Moränengebiet im mittleren Österbotten. Fennia, Bd. 50. Helsingfors.
- SHARP, L. T. and HOAGLAND, D. R. (1916): Acidity and adsorption in soil as measured by the hydrogen elektrode. J. Agr. Res. Vol. 7.
- STERNER, R. (1921): Floran på orthocerkalken vid Humlenäs i Kristdala socken i Kalmar län. Botaniska Notiser, Lund.
- (1922): The continental element in the flora of South Sweden. Geografiska Annaler, Stockholm.
- TAMM, O. (1917): Bidrag till kännedom om kalkens urlakning ur den jämtländska skogsmarken. Skogshögskolans festskrift, Stockholm.
- (1921): Om berggrundens inverkan på skogsmarken. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt, 18. Stockholm.
- THURMANN, J. (1849): Essai de phytostatique appliquée, à la chaîne de Jura et aux contrées voisines ou Étude de la dispersion des plantes vasculaires envisagée principalement quant à l'influence des roches sous-jacentes. Berne.
- UNGER, F. (1836): Ueber den Einfluss des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des Nord-östlichen Tirols. Wien.

- VIERHAPPER, F. (1924): Die Kalkschieferflora in den Ostalpen. Österr. bot. Zeitschr. Bd. LXX u. LXXI.
- VOGLER, P. (1901): Beobachtungen über die Bodenstetigkeit der Arten im Gebiet des Albulapasses. Ber. schweizer. bot. Ges. Heft 11. Bern.
- VALMARI, J. (1921): Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forestalia fennica, Bd. 20. Helsingfors.
- WARÉN, H. (1924): Untersuchungen über die botanische Entwicklung der Moore mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des finnischen Moorkulturvereins N:o 5. Helsingfors.
- WEIS, FR. (1924): Undersøgelser over Jordbundens Reaktion og Nitrifikations-evne i typiske danske Bøgeskove. Dansk Skovforenings Tidsskr. 9. København.
- WHERRY, E. T. (1920): Soil acidity and a field method for its measurement. Ecology, Bd. 1.
- WIMAN, C. (1902): Studien über das nordbaltische Silurgebiet I. Bull. geol. inst. Uppsala Bd. 6.
- WLODEK, J. u. STRZEMIENSKY, K. (1924): Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Pflanzenassoziationen und der Wasserstoffionen-konzentration in den Boden des Chocholowskatala (Tatra, Polen). Bull. Acad. polon. sc. et lettres. Sér. B.
- ZLATNIK, A. (1925): Les associations de la végétation des Krkonose et le  $p^H$ . Mémoires soc. des scienc. de Bohême. Cl. des scienc. Prague.
- (1928): Études écologiques et sociologiques sur le Sesleria coerulea et le Seslerion calcariae en Tchécoslovaquie. Travaux de la soc. roy. d. scienc. de Bohême, Cl. des sciences. Nouv. sér. (VIII) N:o 1. Prague.
- ZOLLISCH, L. (1927): Zur Frage der Bodenstetigkeit alpiner Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Aziditäts- und Konkurrenzfaktors. Flora. Bd. 122, S. 93.
- ÅSLANDER, A. (1929): Concentration of the nutrient medium versus its hydrogen-ion concentration as manifested by plant growth. Svensk bot. tidskr. Bd. 23, S. 96. Stockholm.



SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

ACTA  
BOTANICA FENNICA

8-9

HELSINGFORSIAE 1931



ACTA BOTANICA FENNICA 8  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

ÜBER  
DIE URSACHEN DER REGIONALEN  
VERTEILUNG DER SCHÄRENFLORA  
SÜDWEST-FINNLANDS

EINE KAUSALITÄTSANALYSE MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER  
PFLANZENWELT IN DEN KIRCHSPIELEN KORPO UND HOUTSKÄR

VON  
OLE EKLUND

MIT 45 FIGUREN

HELSINGFORSIAE 1931

HELSINGFORS  
1 9 3 1  
DRUCK VON A.-B. F. TILGMANN



## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>Einleitung</i> .....	5
<i>Kurze Beschreibung des Spezialgebietes Korpo-Houtskär</i> .....	11
<i>Die Flora des Spezialgebietes</i> .....	16
Das Artenmaterial .....	16
Die regionale Verbreitung der Arten in Korpo-Houtskär .....	21
<i>Die Ursachen der Artenverteilungszüge innerhalb des Spezialgebietes</i> .....	37
Einige Ausgangsprinzipien .....	37
Artenverteilende Faktoren .....	38
Der Standort als artenverteilender Faktor .....	40
Einwanderungsgeschichtlich bedingte Artenverteilung .....	56
Der Mensch als artenverteilender Faktor .....	66
Die Extrataeniaten .....	70
Zusammenfassung bezüglich Korpo-Houtskär .....	71
<i>Entwurf einer Kausalitätsanalyse der Artenverteilung des Schärenmeeres</i> <i>Südwest-Finnlands</i> .....	73
<i>Zur Analyse der Nordbaltischen Litoralflora</i> .....	93
<i>Allgemeine Zusammenfassung</i> .....	105
<i>Literatur</i> .....	107
<i>Alphabetisches Kartenregister</i> .....	117
<i>Karten</i> .....	119



## Einleitung.

Die vorliegende Abhandlung stellt einen Versuch dar, einige Gesichtspunkte hinsichtlich der Frage nach den Ursachen der regionalen Verteilung der Schärenflora Südwest-Finnlands klarzulegen. Dabei gehe ich von einem konventionell begrenzten Spezialgebiet aus, nämlich von den zwei südwestlichsten Kirchspielen Åbolands, K o r p o und H o u t s k ä r, wo die Pflanzenwelt und die allgemeinen Naturverhältnisse mir in recht befriedigendem Masse bekannt sind.

Das erwähnte Spezialgebiet (Fig. 1) erstreckt sich mit einer durchschnittlichen Breite von 30 km und einer Länge von rund 80 km in nord-südlicher Richtung durch ein sehr inselreiches und abwechselndes Gebiet des südlichen Schärenmeeres, im Norden fast die geographische Breite der Stadt Å b o erreichend, im Süden allmählich in den Wellen der offenen Ostsee verschwindend. Es scheint motiviert in dieser Einleitung einen Blick auf die gegenwärtig vorliegenden Ergebnisse der Schärenmeer-Floristik zu werfen.

In erster Linie muss hier ein Forscher genannt werden, dessen Tat so umfassend gewesen ist, dass dadurch die Flora einer ganzen naturhistorischen Provinz ziemlich genügend klargelegt worden ist. Ich denke an PALMGREN und das mit seinem Namen unauflöslich verknüpfte Ålandsgebiet. Ohne seine zahlreichen Arbeiten (siehe das Literaturverzeichnis), die eine unschätzbare literarische Kenntnisquelle ausmachen, hätten mir die Grundvoraussetzungen der vorliegenden Abhandlung fehlen müssen. Dank PALMGRENS Untersuchungen liegt die Flora des Ålandsgebietes als Vergleichsobjekt vor.

Weniger durchforscht ist das östlich und nordöstlich davon liegende åboländische Schärengebiet.

Über die Grenzgegenden zwischen Åland und Åboland liegen in der Literatur zwei Arbeiten von BERGROTH (1894 a und b) vor, von welchen die letztere die wichtigere ist. Die Untersuchungen Bergroths umfassen die Kirchspiele K u m l i n g e, B r ä n d ö, I n i ö, T ö f s a l a (= Taivassalo), G u s t a f s (= Kustavi) und den nordwestlichsten Teil von H o u t s k ä r (von Bergroth zu Iniö geführt). Dieses sehr grosse und inselreiche Gebiet bereiste Bergroth innerhalb einer kurzen Zeit (27. Mai—2. September 1891 und 16. Juni—17.

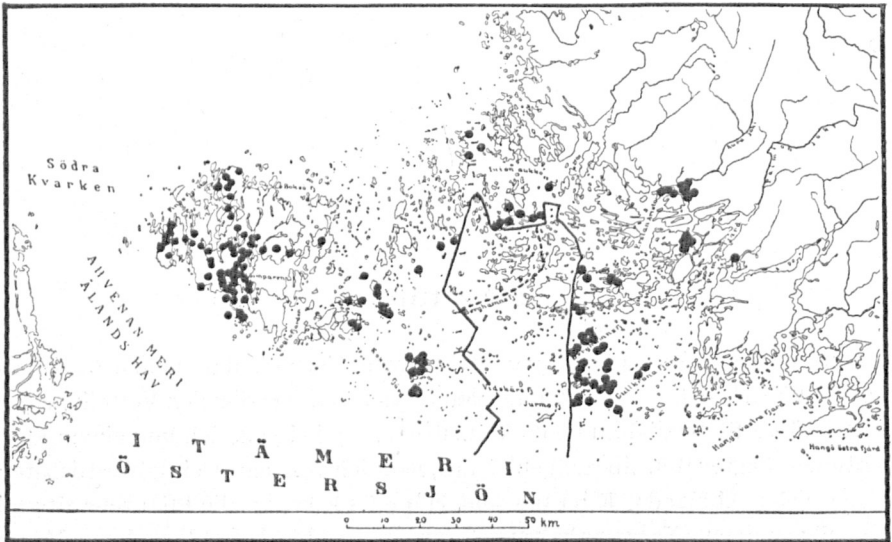


Fig. 1. Die Lage des Spezialgebietes Korpo-Houtskär im Schärenmeer Südwest-Finnlands. ● = von mir besuchte Punkte ausserhalb des Spezialgebietes. Betreffs der Untersuchungsintensität innerhalb des Spezialgebietes siehe Fig. 4 S. 23

Juli 1893). Obwohl die Arbeit Bergroths jetzt nicht mehr den modernen Anforderungen an Genauigkeit entspricht, müssen wir jedoch anerkennen, dass sie zur Zeit ihrer Veröffentlichung einen grossen Fortschritt bezeichnete.

Von den Schärenkirchspielen Åbolands sind Korpo und Houtskär am besten bekannt. Seit dem Jahre 1916, wo ich Korpo systematischer zu untersuchen anfang, habe ich ein Aufzeichnungsmaterial zusammengebracht, das wenigstens rund 66500 Lokalitätsangaben repräsentiert. Die meisten grösseren und zahlreiche kleinere Schären sind untersucht worden, manche von ihnen mehrmals während verschiedener Zeiten innerhalb der Vegetationsperiode.

Seit 1928 habe ich botanische Reisen in Houtskär unternommen. Das gesamte Aufzeichnungsmaterial aus diesem Kirchspiele umfasst zur Zeit rund 24300 Lokalitätsangaben. Meine Kenntnis der Flora im Spezialgebiet Korpo-Houtskär fusst somit auf rund 90800 Fundortsnotizen.

Sehr wenig kenne ich Iniö (nur rund 1200 Lok. ang.) und Velkua (eine Artenliste vom Kalkfelsgebiet der Insel Mustaluoto, 100 Lok. ang.). Im Schärenhofe des Kirchspieles Nagu (besonders Süd-Nagu) sind rund 6300 Lok. ang. zusammengebracht worden.

Insgesamt operiere ich zur Zeit mit rund 98400 von mir selbst festgestellten Fundortsangaben, die sich auf den südwestlichsten Teil der Regio aboënsis beziehen. Im Sommer 1930 wurden weiter einige wenige Punkte in den ålän-dischen Kirchspielen Brändö, Kumlinge und Kökar untersucht (rund 2700

Lok. ang.), wodurch die Zahl der von mir im zentralen Schärenmeer festgestellten Artenvorkommnisse rund 101100 beträgt.

Ferner habe ich den grossen Vorzug gehabt mündliche und briefliche Mitteilungen von anderen Botanikern zu erhalten. Mit Dankbarkeit erwähne ich die Herren K. LINKOLA (Pargas), E. REUTER (Pargas), L. LUOTOILA (Gustafs), B. OLSONI (Kimito und Hitis), W. BRENNER (eine Artenliste aus Sjölo im nördlichsten Houtskär), A. DAHL (Nagu), G. ÅBERG (Nagu), A. FR. NORDMAN (Nagu), K. J. VALLE (die Åbo-Gegend), E. HÄYRÉN, (die Hangö- und Tvärminne-Gegend).<sup>1</sup>

Ausserdem sind Literaturangaben (vor allem in HJELTS Conspectus Florae Fennicae, wo zahlreiche Angaben für Pargas vorliegen) und Belegstücke in Herbarium Musei Fennici der Universität Helsingfors (wo nunmehr auch DAHL's Sammlung aus Nagu sich befindet) benutzt worden. Bezüglich der Literatur ist ihre Dürftigkeit, soweit sie Åboland behandelt, hervorzuheben. Aus keinem der Schären-Kirchspiele Åbolands (mit Ausnahme der m. o. w. unvollständigen Arbeit BERGROTH's) liegen gedruckte Lokalfloraen vor. Auf dem Festlande Südwest-Finnlands sind jedoch die Kirchspiele Mynämäki, Mietoinen und Karjala von CAJANDER (1902) genau untersucht worden. Kürzlich ist ein kleinerer Bericht von LEA JAHNSSON über die Untervegetation der Eichenbestände der Insel Runsala (finnisch Ruissalo) in der Nähe von Åbo erschienen.

In Betracht dessen, dass der Schärenhof Südwest-Finnlands eine in geographischer Hinsicht einzigdastehende Bildung auf der Erde ausmacht und ersichtlich — wie PALMGREN mehrmals hervorgehoben hat — für pflanzengeographische Studien und für die Lösung mancher pflanzengeographischen Probleme ausserordentlich geeignet scheint, wäre es eine dringende Notwendigkeit, ja, wir können sagen, eine Ehrensache für Finnland dieses grosse Gebiet genau erforscht zu sehen.

Ein Verständnis der Flora eines Gebietes ist nicht ohne Kenntnis der Verhältnisse in den angrenzenden Gebieten möglich. Ganz besonders wichtig sind Darstellungen über die Pflanzenwelt benachbarter Küstengegenden unseres eigenen Landes. Glücklicherweise gibt es solche. Für Nyland nenne ich vor allem SAELAN (1858 und 1900), M. BRENNER (1870), OLSONI (1927 b), HÄYRÉN (1902 und 1914), WIDAR BRENNER (1921), CEDERCREUTZ (1927), für Satakunta HÄYRÉN (1909), ferner für die Bottnische Küste LEIVISKÄ (1908) nebst zahlreichen mündlichen Mitteilungen von Herrn mag. phil. BROR PETTERSSON, dem ich hier meine herzliche Dankbarkeit ausspreche.

<sup>1</sup> Das Kirchspiel Rimito (=Rymättylä) ist von Stud. B. FÄRDIG untersucht worden. Seine Ergebnisse sind jedoch noch nicht publiziert, so dass sie mir unbekannt geblieben sind.

Von ausserfinnländischen Gebieten sind zunächst Uppland und Ostbaltikum (vor allem der Subdistrictus insularis bei KUPFFER 1925) sowie ferner Öland, Gotland, die Insel Gotska Sandön und entsprechende Gebiete an der Ostküste Schwedens zu nennen. Bezüglich der schwedischen Gebiete liegen im allgemeinen genügende Literaturangaben vor (ganz besonders sei hier die ausgezeichnete Uppland-Monographie von ALMQUIST erwähnt; andere wichtigere Arbeiten sind im Literaturverzeichnisse zu finden). Dagegen sind die meisten floristischen Werke, die das ostbaltische Florengebiet betreffen, recht alt und geben in manchen Fällen keine Einzelangaben. Die wichtigeren von diesen Arbeiten sind im Folgenden berücksichtigt worden und in meinem Literaturverzeichnisse angeführt. Im übrigen verweise ich auf die gründliche Bibliographie bei VILBERG (1929 b).

Die Unvollständigkeit der floristischen Literatur Ostbaltikums nötigte mich persönlich Bekanntschaft mit den dortigen Florenverhältnissen zu machen. Im Sommer 1926 exkurrierte ich in der ostbaltischen Inselwelt, wo zunächst Wormsö und Nord- und West-Dagö Gegenstand näherer Untersuchungen wurden. Ausserdem besuchte ich Ösel, woneben noch kleinere Ausflüge in die Umgebung von Hapsal und Reval unternommen wurden. Einige Resultate dieser Reise liegen gedruckt vor (vgl. EKLUND 1927 e, 1928 m und 1929 e). Diese Exkursion nach Ostbaltikum war für die nun vorliegende Studie von grösster Bedeutung, zunächst aus dem Grunde, dass eine und dieselbe Methodik bei den Untersuchungen sowohl hier als in Südwest-Finnland zur Anwendung kam, wodurch die Auffassung des allgemeinen Charakters der Flora in den zwei mit einander zu vergleichenden Gebieten eine einheitliche wurde.

Im Sommer 1929 nahm ich eine Anzahl Bodenproben der Rhizosphäre mehrerer Pflanzen und Pflanzengesellschaften. Die Proben sind bezüglich der pH-Werte untersucht worden (vgl. EKLUND 1930). Dem Herrn mag. phil. BROR PETTERSSON, der die Analysen ausgeführt hat, spreche ich hier meinen herzlichsten Dank aus. Während der ausgedehnten Exkursionen, die Mag. Pettersson und ich im Sommer 1930 innerhalb 8 Kirchspiele im zentralen Schärenmeer unternahmen, wurden von uns (die allermeisten von Pettersson) mehr als 1550 Rhizosphärenproben genommen, deren pH-Werte Mag. Pettersson mir gütigst zur Verfügung gestellt hat. Seine Primärangaben, die in nächster Zukunft veröffentlicht werden, will ich nicht in höherem Grade ausnutzen.

Betreffs der Pflanzennomenklatur bin ich in bezug auf die Pteridophyten HOLMBERG 1922 gefolgt. Die Phanerogamen sind nach LINDMAN 1926, jedoch mit unten angeführten Ausnahmen:

*Atriplex hastatum*. Siehe S. 18, die Fussnote.

*Alchemilla*. LINDBERG 1909 gefolgt. *Rosa*. Die in Finnland gebräuchlichen Kollektivnamen *Rosa canina* L., *R. glauca* Vill., *R. coriifolia* Fr., *R. villosa* L.

und *R. cinnamomea* L. benutzt. *Gentiana*. Statt *G. campestris* subsp. *suecica* und *G. amarella* subsp. *lingulata* verwende ich die binäre Nomenklatur *G. suecica* und *G. lingulata* und fasse sie als Arten auf. Ebenso schreibe ich *Matricaria maritima* statt *M. inodora* subsp. *maritima*.

Die Nomenklatur der Laubmoose ist nach BROTHERUS.

In bezug auf die Uferzonen schliesse ich mich W. BRENNER (1921 S. 30) an. Die  $\pm$  amphibische *litorale Zone* ist demgemäss in drei Gürtel ingeteilt: 1) der *subsaline* Gürtel (normal unter Wasser, nur bei extremer Regression trockengelegt), 2) der *saline* Gürtel (die ausgeprägt amphibische Stufe), 3) der *suprasaline* Gürtel (normal ober Wasser, nur bei extremer Transgression überschwemmt). Oberhalb des suprasalinen Gürtels fängt die *supralitorale Zone*, unterhalb des subsalinen Gürtels die *sublitorale Zone* an. Alle drei zusammen bilden die *marine Region*. Landeinwärts folgt die *supramarine Region*, unterhalb der sublitoralen Zone erstreckt sich die *submarine Region* (= die *elitorale Zone*). Siehe näher l. c. 27—32.

Meine Fahrten im Schärenhofs Südwest-Finnlands haben Societas pro Fauna et Flora Fennica, Die Geographische Gesellschaft in Finnland und Herr Direktor AXEL ARRHENIUS (nunmehr in Oslo) geldlich unterstützt. Auch Die Finnländische Sozietät der Wissenschaften hat mir für diese Untersuchungen Geldmittel bewilligt. Die Reise nach Estland im Jahre 1926 wurde durch Kanzlermittel der Universität Helsingfors pekuniär ermöglicht. Für alle diese Hilfe danke ich ehrerbietigst.

Es ist mir eine liebe Pflicht dem Herrn Professor emeritus Dr. FREDRIK ELFVING, meinem hochverehrten Lehrer, meine tiefe Dankbarkeit auszusprechen. Er war es, der ursprünglich dieser Arbeit die Anregung durch das Thema der Gradualabhandlung (nicht veröffentlicht) gab, welche ich 1923 unter seiner kritischen Leitung verfasste. Grossen Dank schulde ich ferner dem Kustos des Botanischen Museums der Universität Helsingfors, dem Herrn Dr. HARALD LINDBERG, der bereitwillig kritischere Pflanzenformen geprüft und teilweise determiniert hat. *Taraxaca* sind ausserdem von Herrn Lektor GUNNAR MARKLUND (Helsingfors) und Herrn Dr. HUGO DAHLSTEDT (Stockholm) durchmustert und bestimmt worden, wofür ich ihnen danke. Dem Herrn Professor Dr. KAARLO LINKOLA, der mit Rat und Tat meine Arbeit befördert hat, spreche ich meinen herzlichsten Dank aus, so auch dem Herrn Professor Dr. ALVAR PALMGREN, mit dem ich mehrmals Besprechungen gehabt habe und der mir gütigst mehrere Angaben über die Flora Ålands mitteilte. Herr Professor Dr. G. SAMUELSSON (Stockholm) hat mit grösstem Entgegenkommen einige Verbreitungskarten ergänzt. Ich spreche ihm meinen besten Dank aus. Ferner habe ich den Vorteil gehabt mit Kennern der ostbaltischen Flora die dortige Verbreitung (vor allem in Estland) einiger Pflanzen zu besprechen. Ich erwähne hier mit Dankbarkeit die Herren Botaniker Professor Dr. EDMUND

SPOHR (Dorpat, nunmehr Riga), Dr. PAUL THOMSON (Dorpat), Dr. G. VILBERG (Dorpat). Briefliche Mitteilungen hat mir gütigst Herr mag. phil. K. EICHWALD gegeben. Besonders hoch schätze ich den Vorteil mit dem Altmeister der ostbaltischen Pflanzengeographie, Herrn Professor Dr. K. R. KUPFFER (Riga) Gedankenaustausch gehabt zu haben.

Mag. phil. Frau DAGNY LUNELUND, die eine Kontrolle der deutschen Sprache der ganzen Arbeit ausgeübt hat, danke ich bestens.

Zuletzt bitte ich der Bevölkerung meiner Schärenheimat, die während aller meiner Fahrten durch ihre Gastfreundschaft, ihr Entgegenkommen, ihre Hilfsbereitschaft und ihre Freundlichkeit die Arbeit im Schärenhofe mir zu einer Freude gemacht hat, meine grosse, warme Dankbarkeit entgegenbringen zu dürfen.

Helsingfors, Ende Dezember 1930.

*Der Verfasser.*



## Kurze Beschreibung des Spezialgebietes Korpo-Houtskär.

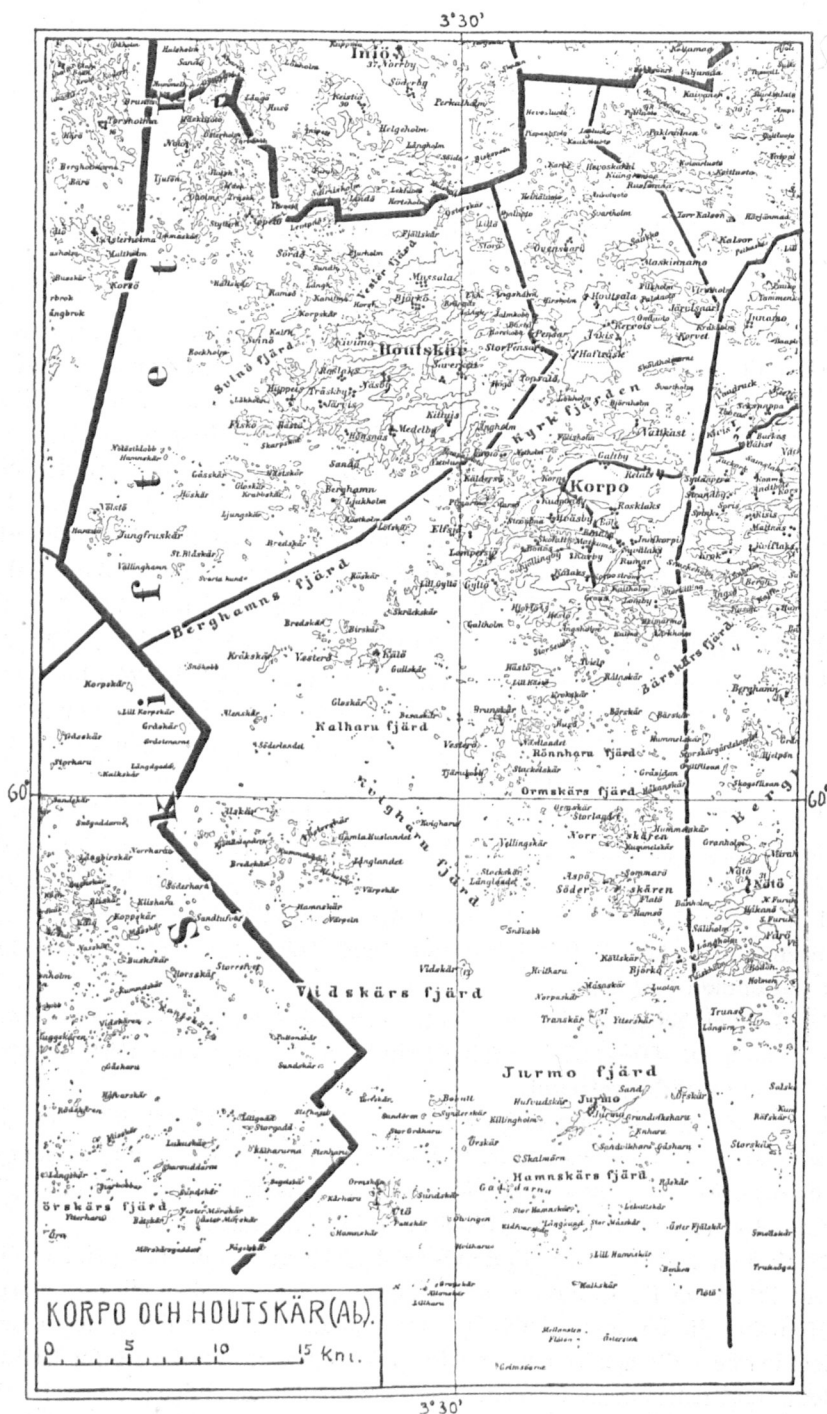
Korpo-Houtskär nimmt eine zentrale Lage innerhalb des Schärenmeeres Südwest-Finnlands ein. Die Linien für 3°30' westl. Länge (von Helsingfors) und 60° nördl. Breite kreuzen einander im nordwestlichen Teil der Fjärde von Kvigharu (vgl. die Übersichtskarte Fig. 2 S. 12, auf die hier betreffs der übrigen Geographie des Gebietes hingewiesen wird). Um diese zwei Linien herum gruppieren sich die 2503 Landeinheiten (wovon 1802 in Korpo, 701 in Houtskär; die Zahlenangabe nach »Suomenmaa«) so, dass die grössten Eilande und somit der Schwerpunkt der Landmasse auf den nördlichen Teil des Gebietes fallen. Das gesamte Landareal beträgt 260,5 km<sup>2</sup> (Korpo 161,3, Houtskär 99,2). Das Gebiet grenzt im Westen an die äländischen Kirchspiele Brändö, Sottunga und Kökar (von N gegen S aufgezählt), im Norden Iniö und Velkua (v. W geg. E aufgez.), im Osten Rimito (= Rymättylä) und Nagu (N—S). Im Süden laufen die Grenzlinien an den Inseln Utö und Jurmo vorbei in die offene Ostsee aus.

Aus der Karte (Fig. 2) geht sofort der vornehmste geographische Charakter des Gebietes, die aussergewöhnliche und ungleichförmige Zersplitterung des Landareals, hervor. Die meisten Inseln sind klein. Am grössten ist die Hauptinsel in Korpo, Kyrklandet, mit einem Areal von 56,21 km<sup>2</sup> (davon betragen die Seen Storträsket, Retajs träsk und Bonäs träsk 0,28, 0,32 bzw. 0,07 km<sup>2</sup> oder zusammen 0,67 km<sup>2</sup>).

Die Landeinheiten schliessen sich öfters zu dichteren oder lichterem Schwärmen zusammen. Diese Kleinarchipele sind durch engere oder ausgedehntere Fjärde von einander getrennt.

Die Inseln sind im allgemeinen niedrig. Nur einige Gipfel erreichen eine Höhe von annähernd 45—50 m (z. B. Hjortö Högberg in Korpo und Kasberget auf Näsby-Näs sowie Borgberget, ein steil aufsteigender Gipfel zwischen Jarvis und Roslax unweit der Hyppis-Strasse in Houtskär).

Nach dem Kartenwerke »Finlands geologiska undersökning« (Blätter 10, 11 und 23) ist der Felsgrund fast überall granitisch. Vor allem gilt dies Korpo. In Houtskär findet man ziemlich beträchtliche zusammenhängende Gneisgebiete in den südlichen Teilen des Kirchspieles, das grösste die Dörfer Kittuis, Medelby und Hönsnäs umfassend. Dazu kommen noch einige grössere Inseln,



z. B. Saverkeit, Björkö, Kalvholm, Hyppis und das mit Hönsnäs konnektierende Hästö, welche Inseln kreisförmig ein Granitzentrum umgeben. In Korpo kommen die Gneisgebiete (alle recht bescheiden) nur ganz zerstreut vor. Diorit ist nur im Utö-Jurmo-Archipel auf einigen winzigen Inseln (die Örskärs-Gruppe zwischen Utö und Jurmo sowie Kolmgrund und Stor-Lekattskär südlich von Jurmo) gefunden worden. Bedeutungsvoll sind die Vorkommnisse von Urkalkstein, die zerstreut oder in einige Liniensysteme geordnet auf mehreren Inseln in Gestalt schmalerer Adern oder zuweilen grösserer Kalkfelsen (z. B. Ävensör) auftreten. Die Oberflächenskulptur des Kalksteins ist sehr charakteristisch. Scharfe, schlingende Lamellen härteren Materials wechseln mit Löchern und Rinnen. Ganz besonders deutlich tritt diese Erscheinung im Bereiche der Abrasion zu Tage. Die Karte (Fig. 3) gibt eine Vorstellung von der regionalen Verteilung der Kalksteinvorkommnisse.

Überall im Gebiet treten die Felsen zu Tage. Zwischen den Felsbuckeln und auf ihren Böschungen findet man die losen Bodenarten, von denen die öfters sehr steinigten Moränenbildungen die grössten Flächen einnehmen. Besonders charakteristisch sind grobsteinige Hügel und Abhänge, die am Meer in Geröllufer übergehen. Stellenweise sind diese Geröllufer durch Ackumulation beträchtlich verstärkt worden. Geröll- und Felsufer nehmen den grössten Teil der sehr langen Küstenlinie ein.

Ausnahmsweise sind die Moränen silurführend (Houtskär: Jungfruskär).

Die Täler und Ebenen der kleinhügeligen Landschaft der grösseren Inseln weisen oft Ackerlehm auf. Diese Partien sind jedoch nunmehr in Kulturböden umgewandelt worden, wodurch einige anspruchsvollere Pflanzenarten aus der Flora des Spezialgebietes ausgerottet sein dürften. Sand in beträchtlicherer Menge ist selten (Kyrklandet und Jurmo in Korpo, Sandö und Mossala in Houtskär). Niedrige Kies- und Grusbänke treten, oft von Geröllufeln eingehrahmt, im äussersten Süden auf. Sie sind von den Einwohnern mit dem schwedischen Wort *örn* (plur. *örnar*) benannt.

Von den organogenen Bodenarten sind Torf und Gytja in grösseren Mengen selten. Litorina-Mergel ist an mehreren Punkten angetroffen worden (vgl. SEGERSTRÅLE), aber nur ausnahmsweise liegen die Lagerungen so ober-



Fig. 3. Die Kalkstandorte im Spezialgebiet. ● = Urkalkstein, + = Silurmoräne, o = Litorinamergel (ganz oberflächlich liegend).

flächlich, dass ihre Kalkwirkung in der Pflanzendecke bemerkbar ist. Eine schöne Ausnahme bildet die niedrige Mergelwiese bei Skofatt am Långvik (Korpo).

Seen gibt es sehr wenig. Sie sind Reliktseen, deren einige ersichtlich erst spät dank der säkularen Landhebung aus Meerbusen entstanden. Typisch rezent sind vor allem die verhältnismässig tiefen Seen auf Korpo Björkö und bei Houtskär Medelby (d. s. g. »Gropen«), wo nach der Abtrennung sogar Strömlinge (*Clupea harengus* var. *membras*) lebten (vgl. O. M. REUTER). Nunmehr sind jedoch diese Tiere ausgerottet worden. — Der ausgeprägt eutrophe Seetypus scheint in meinem Spezialgebiete zu fehlen.

Fliessendes Wasser trifft man fast ausschliesslich in von Menschen geschaffenen Wasserrinnen.

Trotz dieses Mangels an Seen und Bächen fehlt es nicht an Standorten, die mehreren Helo- und Hydrophyten geeignet sind. Solche Standorte sind die fast überall zu findenden versumpften oder wasserführenden Einsenkungen des Felsgrundes, die teils als Moorfragmente, teils als permanente Regenwassertümpel im Sinne LEVANDER's und HÄYRÉN's (1914) auftreten. Diese Wassertümpel der Schärenfelsen werden von den Einwohnern *bäckar*, singul. *bäck* genannt, ein Wort, das somit dem hochschwedischen Begriff *bäck* = Bach keineswegs entspricht.

Die Oberflächensalinität des Meerwassers beträgt im Untersuchungsgebiete durchschnittlich 6 ‰.

Das Klima ist ein ziemlich mildes, insuläres und das Untersuchungsgebiet fällt zwischen die Juliisothermen 15° und 16°. Die Januarisotherme —3° halbiert in NW—SE das Gebiet. Die Mittel-Temperaturen stellen sich folgendermassen: Jahr +5,0, Februar —4,7, Juli 15,8. Die jährliche Niederschlagsmenge ist durchschnittlich 530 mm, die Dauer der Schneedecke 100—102 Tage. (Die Angaben nach »Suomenmaa«.) Nach »Atlas över Finland« zeigen die Windrosen für Bogskär und Åbo in allen Jahreszeiten eine grösste relative Prozentfrequenz der SW-Winde.

Bei FAGERLUND und HANNIKAINEN sowie in »Suomenmaa« findet man zahlreiche Angaben über die Kulturverhältnisse des Spezialgebietes. Ich führe als beleuchtend folgendes an. Korpo ist seit sehr alten Zeiten bewohnt. Schon die Hanseaten zogen auf ihren Fahrten an den Inseln des südlichen Meeresraumes vorbei (vgl. z. B. HAUSEN; laut HEDBERG war Jurmo vor 700 Jahren von Seeräubern bewohnt). Die steinerne Kirche auf Kyrklandet verschreibt sich vom Jahr 1384, das Herrengut Korpogård wurde 1649 von der Königin Kristina gegründet. Die Zahl der Einwohner betrug im Jahre 1918 2670, d. h. 16,6 Einw. per km<sup>2</sup>. Das Landareal (161,3 km) verteilt sich folgendermassen (Angaben vom Jahr 1910): Kulturboden 793,2 ha (4,9 %), Wald-

und Impedimentboden 14809,4 ha (91,8 %), Naturwiesen 528,4 ha (3,3 %). Ernte im Jahre 1916: Weizen 600 hl, Roggen 3140 hl, Gerste 424 hl, Hafer 6092 hl, Mischgetreide 47 hl, Erbsen 470 hl, Kartoffeln 11755 hl, Rüben und andere »Wurzelfrüchte« 473 hl, gebautes Heu 1009,5 Tonnen, Naturheu 349,7 Tonnen. Haustiere 1910: Pferde 293, Rindvieh 1454, Schafe 3173, Ziegen 5, Schweine 302, Federvieh 1847.

Houtskär gehörte früher zu Korpo und wird zum ersten Mal im Jahre 1554 in der Geschichte erwähnt. Die hölzerne Kirche vom Jahre 1703. Einwohnerzahl (1918) 2004. Vom Landareal (99,2 km) sind 327,3 ha Kulturboden, 9340,4 ha Wald- und Impedimentboden, 252,3 ha Naturwiesen (Angab. v. J. 1910). Ernte (1916): Weizen 215 hl, Roggen 1918 hl, Gerste 147 hl, Hafer 2760 hl, Mischgetreide 4 hl, Erbsen 148 hl, Kartoffeln 7321 hl, Rüben etz. 346 hl, gebautes Heu 426,1 Tonnen, Naturheu 423,1 Tonnen. Die Relation zwischen Natur- und Kulturheu zeigt, dass Houtskär im Vergleich mit Korpo weit reicher an natürlichen Wiesen und Laubwiesen ist. Haustiere 1910: Pferde 109, Rindvieh 938, Schafe 2987, Schweine 312, Federvieh 1008.

## Die Flora des Spezialgebietes.

### Das Artenmaterial.

Die Gesamtzahl der Arten und Unterarten im Korpo-Houtskär-Gebiete beträgt zur Zeit 699. Hierzu kommen noch mehrere *Taraxaca* und *Hieracia*, die ich jedoch in den folgenden statistischen Darstellungen nicht mitzähle. Von der Artensumme 699 möchte ich 566 als der indigenen Pflanzenwelt im Spezialgebiet zugehörend betrachten.

Mit Recht hat PALMGREN (1925 a) die Artenzahl als einen sehr wichtigen pflanzengeographischen Charakter eines Gebietes bezeichnet. Er gibt (1927 x S. 21) für Åland 656 ursprüngliche Arten (und Unterarten) an. Hiermit verglichen muss die Zahl 566 für Korpo-Houtskär als unerwartet hoch angesehen werden. Mein Spezialgebiet mit seinem relativ sehr bescheidenen Landareal (260,5 km<sup>2</sup>) zählt *nur 90 Arten weniger als die ganze Landschaft Åland* mit einem Landareal von 1426,1 km<sup>2</sup>, und unter den Arten, die in Korpo-Houtskär fehlen, finden sich wenigstens 20 Calziphilien, die in meinem Gebiet kaum vorkommen können, weil hier silurreiche Böden fehlen (einzige festgestellte Ausnahme: Jungfruskär in Houtskär). Wir müssen zugeben, dass das Korpo-Houtskär-Gebiet *relativ sehr artenreich ist*.

Die spontanen Arten in Korpo-Houtskär (ein K oder ein H nach dem betr. Artnamen gibt das Vorkommen der Art ausschliesslich in Korpo bzw. in Houtskär an. Ohne Buchstabenbezeichnung sind die Arten, die sowohl in Korpo als in Houtskär gefunden wurden) sind die folgenden:

<i>Woodsia ilvensis</i>	<i>Polypodium vulgare</i>	<i>L. annotinum</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Ophioglossum vulgatum</i>	<i>L. clavatum</i>
<i>Dryopteris filix mas</i>	<i>Botrychium lunaria</i>	<i>L. complanatum</i> K
<i>D. cristata</i>	<i>B. boreale</i>	<i>Isoetes lacustre</i> K
<i>D. austriaca</i>	<i>B. matricariifolium</i> K	<i>Juniperus communis</i>
<i>D. spinulosa</i>	<i>B. lanceolatum</i>	<i>Picea abies</i>
<i>D. thelypteris</i>	<i>B. simplex</i> K	<i>Pinus silvestris</i>
<i>D. phegopteris</i>	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Typha latifolia</i> K
<i>D. linnaeana</i>	<i>E. silvaticum</i>	<i>T. angustifolia</i>
<i>Athyrium filix femina</i>	<i>E. pratense</i> K	<i>Sparganium minimum</i>
<i>Asplenium septentrionale</i>	<i>E. palustre</i>	<i>S. Friesii</i> K
<i>A. ruta muraria</i> K	<i>E. limosum</i>	<i>S. affine</i>
<i>A. trichomanes</i>	<i>Lycopodium selago</i>	<i>S. simplex</i>
<i>Eupteris aquilina</i>	<i>L. inundatum</i> K	<i>S. glomeratum</i> K

- S. ramosum* H  
*Zostera marina* K  
*Potamogeton filiformis*  
*P. pectinatus*  
*P. pusillus*  
*P. natans*  
*P. gramineus*  
*P. perfoliatus*  
*Ruppia spiralis* K  
*R. brachypus* K  
*R. rostellata*  
*Zannichellia major* K  
*Z. repens*  
*Najas marina* K  
*Triglochin maritima*  
*T. palustris*  
*Scheuchzeria palustris* K  
*Alisma plantago-aquatica*  
*Typhoides arundinacea*  
*Anthoxanthum odoratum*  
*Hierochloë odorata*  
*Milium effusum*  
*Alopecurus ventricosus*  
*A. aequalis*  
*Agrostis stolonifera*  
*A. capillaris*  
*A. canina*  
*Calamagrostis arundinacea* K  
*C. neglecta*  
*C. purpurea*  
*C. lanceolata*  
*C. epigeios*  
*Deschampsia bottnica*  
*D. caespitosa*  
*D. flexuosa*  
*Avena pratensis* K  
*A. pubescens*  
*Arrhenatherum elatius*  
*Phragmites communis*  
*Sieglingia decumbens*  
*Molinia coerulea*  
*Catabrosa aquatica* K  
*Melica nutans*  
*Briza media*  
*Dactylis glomerata*  
*Poa trivialis*  
*P. pratensis*  
*P. angustifolia*  
*P. irrigata*  
*P. nemoralis*  
*P. palustris*  
*P. compressa*  
*Glyceria fluitans*  
*Puccinellia retroflexa*  
*Festuca arundinacea*  
*F. rubra*  
*F. ovina*  
*Bromus mollis*  
*Nardus stricta*  
*Agropyron caninum*  
*A. repens*  
*Elymus arenarius*  
*Eriophorum polystachyum*  
*E. vaginatum*  
*Scirpus silvaticus*  
*S. maritimus*  
*S. rufus*  
*S. lacustris* K  
*S. Tabernaemontani*  
*S. parvulus*  
*S. pauciflorus*  
*S. palustris*  
*S. mamillatus*  
*S. uniglumis* subsp. *fennicus*  
*S. trichophorum* K  
*Rhynchospora alba* K  
*R. fusca* K  
*Carex dioeca*  
*C. pauciflora* K  
*C. diandra*  
*C. contigua*  
*C. Pairaei*  
*C. chordorrhiza*  
*C. disticha*  
*C. leporina*  
*C. glareosa*  
*C. norvegica* K  
*C. loliacea* K  
*C. canescens*  
*C. brunnescens* H  
*C. elongata*  
*C. stellulata*  
*C. elata* K  
*C. caespitosa* K  
*C. gracilis* K  
*C. Goodenowii*  
*C. subsp. juncella*  
*C. digitata*  
*C. verna* K  
*C. ericetorum* K  
*C. pilulifera*  
*C. pallescens*  
*C. panicea*  
*C. magellanica*  
*C. limosa*  
*C. polygama* K  
*C. Oederi*  
*C. subsp. oedocarpa*  
*C. pulchella*  
*C. flava* K  
*C. pseudocyperus* K  
*C. inflata*  
*C. vesicaria*  
*C. riparia* K  
*C. lasiocarpa*  
*C. hirta* K  
*Calla palustris*  
*Spirodela polyrrhiza* K  
*Lemna trisulca* K  
*L. minor*  
*L. gibba* K  
*Juncus effusus*  
*J. conglomeratus*  
*J. filiformis*  
*J. lampocarpus*  
*J. fuscoater*  
*J. nodulosus*  
*J. supinus* K  
*J. compressus*  
*J. Gerard*  
*J. bufonius*  
*J. ranarius*  
*J. stygius* K  
*Luzula pilosa*  
*L. campestris*  
*L. multiflora*  
*L. pallescens*  
*Gagea minima* K  
*Allium scorodoprasum*  
*A. oleraceum*  
*A. schoenoprasum*  
*A. ursinum* H  
*Majanthemum bifolium*  
*Polygonatum officinale*



<i>P. multiflorum</i>	<i>P. heterophyllum</i> (litor.)	<i>R. reptans</i>
<i>Convallaria majalis</i>	<i>P. Raji</i> K	<i>R. sceleratus</i>
<i>Paris quadrifolia</i>	<i>P. dumetorum</i>	<i>R. auricomus</i>
<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Atriplex patulum</i> (coll.)	<i>R. cassubicus</i> K
<i>Orchis sambucinus</i>	<i>A. prostratum</i> K	<i>R. acris</i>
<i>O. incarnatus</i> K	<i>A. »hastatum»</i> (coll.) <sup>1</sup>	<i>R. repens</i>
<i>O. maculatus</i>	<i>A. litorale</i>	<i>R. polyanthemus</i>
<i>Coeloglossum viride</i> K	<i>Salsola kali</i> K	<i>R. bulbosus</i>
<i>Platanthera bifolia</i>	<i>Salicornia herbacea</i>	<i>R. ficaria</i>
<i>P. chlorantha</i>	<i>Montia lamprosperma</i>	<i>R. Baudotii</i>
<i>Gymnadenia conopsea</i> H	<i>Stellaria media</i>	<i>R. subsp. marinus</i>
<i>Helleborine latifolia</i> K	<i>S. holostea</i>	<i>R. paucistamineus</i> K
<i>Listera ovata</i>	<i>S. palustris</i> K	<i>Thalictrum simplex</i> K
<i>L. cordata</i>	<i>S. graminea</i>	<i>T. flavum</i>
<i>Neottia nidus avis</i>	<i>S. crassifolia</i> K	<i>Corydalis</i> (bulbosa?)
<i>Corallorrhiza trifida</i> K	<i>Cerastium caespitosum</i>	<i>Lepidium campestre</i> H
<i>Malaxis paludosa</i> K	<i>C. glutinosum</i> K	<i>Cochlearia danica</i>
<i>Salix rosmarinifolia</i>	<i>C. semidecandrum</i>	<i>Cakile maritima</i>
<i>S. repens</i>	<i>Sagina nodosa</i>	<i>Isatis tinctoria</i>
<i>S. livida</i> K	<i>S. procumbens</i>	<i>Crambe maritima</i>
<i>S. aurita</i>	<i>S. maritima</i> K	<i>Barbarea stricta</i>
<i>S. cinerea</i>	<i>Honckenya peploides</i> K	<i>Radicula palustris</i>
<i>S. caprea</i>	<i>Moehringia trinervia</i>	<i>Cardamine pratensis</i>
<i>S. phyllifolia</i>	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>C. dentata</i>
<i>S. nigricans</i> K	<i>Spergula vernalis</i>	<i>C. hirsuta</i>
<i>S. pentandra</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Dentaria bulbifera</i>
<i>Myrica gale</i> K	<i>Scleranthus annuus</i>	<i>Draba verna</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Viscaria vulgaris</i>	<i>D. muralis</i>
<i>Betula verrucosa</i>	<i>Silene vulgaris</i> (litor.)	<i>D. incana</i>
<i>B. pubescens</i>	<i>S. nutans</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>S. viscosa</i>	<i>Turritis glabra</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Lychnis flos cuculi</i>	<i>Arabis hirsuta</i>
<i>Ulmus glabra</i> K	<i>Melandrium dioecum</i>	<i>Alliaria officinalis</i> H
<i>Humulus lupulus</i> H	<i>Dianthus deltoides</i>	<i>Erysimum hieracifolium</i>
<i>Urtica dioeca</i>	<i>Nymphaea alba</i> K	<i>Drosera rotundifolia</i>
<i>Rumex crispus</i>	<i>N. candida</i>	<i>D. anglica</i> K
<i>R. acetosa</i>	<i>Nuphar luteum</i>	<i>D. intermedia</i> K
<i>R. thyrsiflorus</i> K	<i>Caltha palustris</i>	<i>Sedum telephium</i>
<i>R. acetosella</i>	<i>Actaea spicata</i>	<i>S. annuum</i>
<i>Polygonum viviparum</i>	<i>Anemone hepatica</i>	<i>S. album</i>
<i>P. amphibium</i>	<i>A. nemorosa</i>	<i>S. acre</i>
<i>P. tomentosum</i>	<i>A. ranunculoides</i>	<i>Tillaea aquatica</i>
<i>P. nodosum</i>	<i>Myosurus minimus</i>	<i>Saxifraga tridactylites</i>
<i>P. minus</i>	<i>Ranunculus flammula</i>	<i>S. granulata</i>

<sup>1</sup> Mit *Atriplex »hastatum»* wird dieselbe Pflanze gemeint wie *A. hastatum* L., Wg. bei PALMGREN 1927 x, *A. hastatum* \*salinum in meinen früheren Kleinberichten, *A. latifolium* Wg. bei ALMQUIST und (wahrscheinl.) *A. (deltoideum, hastifolium, triangulare)* bei LINDMAN.



<i>Chrysosplenium alterni-</i> <i>folium</i> K	<i>T. arvense</i>	<i>Chamaenerium angusti-</i> <i>folium</i>
<i>Parnassia palustris</i>	<i>T. pratense</i>	<i>Circaea alpina</i> K
<i>Ribes nigrum</i>	<i>T. medium</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>
<i>R. Schlechtendalii</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> H	<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>R. alpinum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>H. tetraphylla</i> K
<i>Cotoneaster integerrima</i>	<i>Vicia tetrasperma</i>	<i>Chaerophyllum silvestre</i>
<i>Pyrus malus</i>	<i>V. silvatica</i>	<i>Cicuta virosa</i> K
<i>Sorbus suecica</i> K	<i>V. cracca</i>	<i>Carum carvi</i>
<i>S. fennica</i>	<i>V. sepium</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>S. aucuparia</i>	<i>Lathyrus silvestris</i> K	<i>Aegopodium podagraria</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>L. palustris</i>	<i>Angelica silvestris</i>
<i>C. curvisepala</i>	<i>L. maritimus</i> K	<i>A. litoralis</i>
<i>Rubus idaeus</i>	<i>L. pratensis</i>	<i>Peucedanum palustre</i>
<i>R. saxatilis</i>	<i>L. montanus</i>	<i>Heracleum sibiricum</i>
<i>R. arcticus</i> K	<i>L. vernus</i>	<i>Laserpitium latifolium</i> K
<i>R. chamaemorus</i>	<i>Geranium sanguineum</i>	<i>Cornus suecica</i>
<i>Fragaria viridis</i> K	<i>G. silvaticum</i>	<i>Empetrum nigrum</i>
<i>F. vesca</i>	<i>G. molle</i> K	<i>Chimaphila umbellata</i> K
<i>Comarum palustre</i>	<i>G. lucidum</i>	<i>Pyrola chlorantha</i>
<i>Potentilla argentea</i>	<i>G. robertianum</i>	<i>P. rotundifolia</i>
<i>P. Crantzii</i>	<i>Oxalis acetosella</i>	<i>P. media</i> K
<i>P. erecta</i>	<i>Linum catharticum</i>	<i>P. minor</i>
<i>P. reptans</i> K	<i>Polygala vulgare</i>	<i>P. secunda</i>
<i>P. Egedi</i>	<i>P. amarellum</i>	<i>P. uniflora</i>
<i>P. anserina</i>	<i>Callitriche verna</i>	<i>Monotropa hypopitys</i> K
<i>Geum urbanum</i>	<i>C. polymorpha</i> H	<i>Ledum palustre</i>
<i>G. rivale</i>	<i>C. autumnalis</i> K	<i>Andromeda polifolia</i> K
<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Arctostaphylos uva ursi</i>
<i>F. hexapetala</i>	<i>Rhamnus cathartica</i>	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>
<i>Alchemilla pubescens</i>	<i>R. frangula</i>	<i>O. microcarpus</i>
<i>A. plicata</i>	<i>Hypericum hirsutum</i>	<i>Vaccinium vitis idaea</i>
<i>A. pastoralis</i>	<i>H. maculatum</i>	<i>V. uliginosum</i>
<i>A. minor</i> K	<i>H. perforatum</i>	<i>V. myrtillus</i>
<i>A. subsp. filicaulis</i>	<i>Helianthemum vulgare</i> K	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>A. acutangula</i> K	<i>Viola palustris</i>	<i>Primula veris</i>
<i>A. subcrenata</i>	<i>V. mirabilis</i> H	<i>P. farinosa</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>V. riviniana</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>A. odorata</i> K	<i>V. canina</i>	<i>Naumburgia thyrsiflora</i>
<i>Rosa cinnamomea</i>	<i>V. montana</i>	<i>Trientalis europaea</i>
<i>Rosa villosa</i>	<i>V. tricolor</i>	<i>Glaux maritima</i>
<i>R. glauca</i>	<i>Daphne mezereum</i>	<i>Centunculus minimus</i> K
<i>R. canina</i>	<i>Hippophaë rhamnoides</i> H	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>R. coriifolia</i>	<i>Peplis portula</i>	<i>Centaureum erythraea</i>
<i>Prunus spinosa</i> K	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>C. pulchellum</i>
<i>P. padus</i>	<i>Epilobium montanum</i>	<i>Gentiana suecica</i>
<i>Trifolium spadiceum</i> K	<i>E. collinum</i>	<i>G. lingulata</i>
<i>T. repens</i>	<i>E. adenocaulon</i> K	<i>G. uliginosa</i>
<i>T. montanum</i> H	<i>E. palustre</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>

<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	<i>M. pratense</i>	<i>Solidago virgaurea</i>
<i>Cuscuta halophyta</i>	<i>M. silvaticum</i>	<i>Aster tripolium</i>
<i>Convolvulus sepium</i>	<i>Odontites verna</i> (litor.)	<i>Trimorpha acris</i>
<i>Myosotis scorpioides</i> K	<i>O. litoralis</i>	<i>Filago montana</i>
<i>M. caespitosa</i>	<i>Euphrasia brevipila</i>	<i>Antennaria dioeca</i>
<i>M. baltica</i>	<i>E. subsp. tenuis</i>	<i>Gnaphalium silvaticum</i>
<i>M. arvensis</i>	<i>E. curta</i>	<i>Inula salicina</i>
<i>M. collina</i>	<i>Rhinanthus major</i>	<i>Bidens cernuus</i>
<i>M. micrantha</i>	<i>R. minor</i>	<i>B. tripartitus</i>
<i>Scutellaria galericulata</i>	<i>Pedicularis palustris</i>	<i>Achillea ptarmica</i> (spont.?)
<i>S. hastifolia</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>	<i>A. millefolium</i>
<i>Glechoma hederacea</i>	<i>U. intermedia</i> K	<i>Matricaria maritima</i>
<i>Prunella vulgaris</i>	<i>U. minor</i>	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>
<i>Galeopsis bifida</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
<i>Stachys silvaticus</i>	<i>P. media</i> K	<i>Artemisia campestris</i>
<i>S. palustris</i>	<i>P. lanceolata</i>	<i>A. vulgaris</i> (v. <i>coarctata</i> )
<i>Satureja vulgaris</i>	<i>P. maritima</i>	<i>Senecio silvaticus</i>
<i>S. acinos</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Arctium vulgare</i> H
<i>Origanum vulgare</i>	<i>G. uliginosum</i>	<i>Cirsium lanceolatum</i>
<i>Thymus serpyllum</i> K	<i>G. palustre</i>	<i>C. palustre</i>
<i>Lycopus europaeus</i>	<i>G. trifidum</i> K	<i>C. heterophyllum</i>
<i>Mentha arvensis</i>	<i>G. boreale</i>	<i>C. arvense</i>
<i>Solanum dulcamara</i>	<i>G. verum</i>	<i>Centaurea scabiosa</i> K
<i>Verbascum thapsus</i>	<i>Adoxa moschatellina</i>	<i>C. jacea</i>
<i>Linaria vulgaris</i>	<i>Viburnum opulus</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Scrophularia nodosa</i>	<i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Crepis tectorum</i>
<i>Limosella aquatica</i>	<i>Linnaea borealis</i>	<i>Sonchus arvensis</i> (litor.)
<i>Veronica longifolia</i>	<i>Valeriana officinalis</i> <sup>1</sup>	<i>Lactuca muralis</i>
<i>V. spicata</i> K	<i>V. excelsa</i>	<i>Taraxacum officinale</i> (coll., spont.)
<i>V. serpyllifolia</i>	<i>Knautia arvensis</i>	<i>Hieracium pilosella</i> (coll.)
<i>V. arvensis</i>	<i>Succisa pratensis</i> (spont.?)	<i>H. suecicum</i> (coll.)
<i>V. verna</i>	<i>Campanula trachelium</i> H	<i>H. vulgatum</i> (coll.)
<i>V. scutellata</i>	<i>C. rotundifolia</i>	<i>H. umbellatum</i>
<i>V. chamaedrys</i>	<i>C. persicifolia</i>	
<i>V. officinalis</i>	<i>Eupatorium cannabin.</i> K	
<i>Melampyrum cristatum</i>		

Der Vollständigkeit halber sei auch ein Verzeichnis hinzugefügt, das die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Arten, die meiner Ansicht nach Anthropochoren sind, enthält, und das meine Beurteilung der Kulturabhängigkeit der Pflanzen einigermaßen zum Vorschein bringt. Die mit einem Stern bezeichneten sind möglicherweise mit Unrecht zu den Anthropochoren geführt worden.

<i>Phalaris canariensis</i>	<i>Apera spica venti</i>	<i>Puccinellia distans</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Cynosurus cristatus</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Alopecurus pratensis</i>	* <i>Poa annua</i>	<i>Bromus secalinus</i>
* <i>A. geniculatus</i>	<i>Glyceria maxima</i>	<i>B. arvensis</i>

<sup>1</sup> Wahrscheinl. einschliessl. *V. salina* Plej.

<i>Lolium perenne</i>	<i>Bunias orientalis</i>	<i>Galeopsis tetrahit</i>
<i>Acorus calamus</i>	<i>Ribes grossularia</i>	<i>G. speciosa</i>
<i>Galanthus nivalis</i>	<i>R. rubrum</i>	<i>Lamium album</i>
<i>Urtica urens</i>	<i>Potentilla norvegica</i>	<i>L. purpureum</i>
* <i>Rumex domesticus</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>L. hybridum</i>
<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>L. amplexicaule</i>
* <i>P. hydropiper</i>	<i>M. albus</i>	<i>Mentha gentilis</i>
<i>P. convolvulus</i>	* <i>Trifolium agrarium</i>	<i>Hyoscyamus niger</i>
<i>Chenopodium hybridum</i>	<i>T. hybridum</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>C. urbicum</i>	* <i>Vicia hirsuta</i>	<i>Verbascum nigrum</i>
<i>C. album</i>	<i>V. villosa</i>	<i>Veronica anagallis</i>
<i>C. glaucum</i>	<i>V. sativa</i>	<i>V. agrestis</i>
<i>Spergula arvensis</i>	<i>V. angustifolia</i>	<i>V. hederifolia</i>
<i>Spergularia rubra</i>	<i>Geranium bohemicum</i>	<i>Sherardia arvensis</i>
<i>Agrostemma githago</i>	<i>G. pusillum</i>	<i>Galium Vaillantii</i>
<i>Silene dichotoma</i>	<i>G. rotundifolium</i>	<i>G. mollugo</i>
<i>S. noctiflora</i>	<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Campanula rapunculoi-</i>
<i>Melandrium album</i>	<i>Euphorbia cypariss.</i>	<i>des</i>
<i>Trollius europaeus</i>	<i>E. helioscopia</i>	<i>C. patula</i>
* <i>Chelidonium majus</i>	<i>Malva neglecta</i>	* <i>Gnaphal. uliginosum</i>
<i>Papaver dubium</i>	<i>M. pusilla</i>	<i>Anthemis tinctoria</i>
<i>P. rhoeas</i>	<i>Malope trifida</i>	<i>A. arvensis</i>
<i>Corydalis nobilis</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Matricaria inodora</i>
<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Epilobium roseum</i>	<i>M. chamomilla</i>
<i>Lepidium sativum</i>	<i>E. Lamyi</i>	<i>M. suaveolens</i>
<i>L. ruderales</i>	<i>Myrrhis odorata</i>	<i>Chrysanthemum segetum</i>
<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Aethusa cynapium</i>	<i>Artemisia absinthium</i>
<i>T. alpestre</i>	<i>Levisticum paludap.</i>	* <i>Tussilago farfara</i>
<i>Sisymbrium officin.</i>	<i>Pastinaca sativa</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>S. sophia</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>S. viscosus</i>
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>	<i>Calendula officinalis</i>
<i>S. alba</i>	<i>Anagallis arvensis</i>	* <i>Carlina vulgaris</i>
<i>Brassica campestris</i>	<i>Cuscuta europaea</i>	<i>Arctium minus</i>
<i>Raphanus raphan.</i>	<i>C. trifolii</i>	<i>A. tomentosum</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Lappula echinata</i>	<i>Carduus crispus</i>
<i>Armoracia rusticana</i>	<i>Asperugo procumbens</i>	<i>Centaurea cyanus</i>
<i>Capsella bursa past.</i>	<i>Anchusa officinalis</i>	<i>Cichorium intybus</i>
<i>Camelina alyssum</i>	<i>Lycopsis arvensis</i>	<i>Lapsana communis</i>
* <i>Arabis suecica</i>	<i>Lithosperm. arvense</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Erysimum cheiranth.</i>	<i>Echium vulgare</i>	<i>S. asper</i>
<i>Berteroa incana</i>	<i>Dracoceph. (parviflor.?)</i>	

## Die regionale Verbreitung der Arten in Korpo- Houtskär.

Mit Recht hat PALMGREN hervorgehoben, dass eine detaillierte Kenntnis der Verbreitung der einzelnen Arten notwendig ist, wenn man Schlüsse über etwaige pflanzengeographische Faktoren ziehen will. Ist die Zahl der unter-

suchten Lokalitäten gering und sind die Untersuchungspunkte nicht regelmässig über das Untersuchungsbezirk verteilt, kann man leicht ein falsches Verteilungsbild bekommen. Ein Beispiel. Wenn ich, sagen wir, für 100 Untersuchungspunkte in Süd-Korpo eine gewisse Art 5 mal notiert habe aber für 100 Punkte in Nord-Korpo dieselbe Art an 40 Lokalitäten bemerkt habe, dürften wir anzusehen wagen, dass dieser Umstand etwas wirkliches in der Natur widerspiegelt: die betreffende Art ist wenigstens bedeutend seltener in Süd-Korpo als in Nord-Korpo. Hätte ich mich dagegen mit nur 20 bzw. 20 Punkten begnügt, die gleichmässig und dementsprechend bedeutend lichter zerstreut wären, könnte ich offenbar nichts sichereres über die wirkliche Verteilung der betreffenden Art aussagen. Es hätte ja eintreffen können, dass ich im vorigen Falle in Süd-Korpo zufällig gerade solche Punkte gewählt hätte, wo die Art vorkommt, in Nord-Korpo dagegen mehrere solche, wo sie nicht vorkommt. Das relative Frequenzbild könnte somit ganz irreführend sein.

Besonders für ein Gebiet wie das Schärenmeer Südwest-Finnlands gilt das obengesagte, weil die Verteilung der Arten hier so launenhaft ist, dass man durch eine weniger intensive Untersuchung leicht irregeführt werden kann. Wenn PALMGREN (z. B. 1925 a S. 101) seinen Untersuchungen den Charakter »einer extremen Detailforschung bezüglich des Vorkommens der Arten« verleiht, möchte ich hierin eine bedenkliche Überschätzung sehen. Da er ein so grosses Gebiet wie ganz Åland ziemlich gleichförmig zu erforschen versucht hat, ist es ihm natürlich unmöglich gewesen, jedes åländische Kirchspiel ebenso genau zu untersuchen, wie es mir, der ich mit nur zwei Kirchspielen operiert habe, gelungen ist. Dies erklärt einigermassen den Umstand, dass für mehrere Arten, welche innerhalb Ålands als gegen Osten seltener angegeben werden (vgl. besonders PALMGREN 1921 a), die festgestellte Frequenz auf der Korpo-Houtskär-Seite der Grenze schroff steigt, um wieder ostwärts von und überhaupt ausserhalb Korpo-Houtskärs ebenso schroff zu sinken. Obgleich ich mein Gebiet, das mehrmals kleiner als das Ålandsgebiet ist, recht eingehend untersucht habe, wage ich sicherlich meine Arbeit niemals als eine extreme Detailforschung zu bezeichnen. Und doch operiere ich für dieses Spezialgebiet allein mit mehr als 500 Untersuchungspunkten und über 90000 Lokalisationsangaben. Dieses betrachte ich ungefähr als ein Minimum. *Für Schärenkirchspiele mittlerer Grösse dürfte eine Mindestzahl von 300—400 Untersuchungspunkten notwendig sein, ehe die Kenntnis der Flora als annähernd genügend angesehen werden darf.*

Es scheint mir unnötig in einer Arbeit wie die vorliegende alle Namen der geographischen Punkte, von wo Pflanzenfunde und Aufzeichnungen vorliegen, aufzuzählen. Keiner, der nicht früher mit diesen Gegenden gut vertraut ist, hat seine Freude an einer solchen Namenliste. Weit übersichtlicher geht die Untersuchungsintensität hervor, wenn eine kleine Karte in demselben

Masstab wie die übrigen Verbreitungskarten des Spezialgebietes die Untersuchungsfrequenz durch ein Punktsystem wiedergibt (Fig. 4).

Diese Karte zeigt, dass keine erheblicheren Lücken in der Untersuchung des Spezialgebietes vorliegen. Einige von den Inseln, die keine Punkte tragen, habe ich nicht näher untersucht, weil ich sie während meiner Fahrten passiert habe und dabei ihren sterilen Charakter (felsige, oft von Nadelwald dominierte Inseln) feststellen konnte. Die oben hervorgehobene Ungleichförmigkeit der Verbreitung zahlreicher Pflanzenarten kann somit keineswegs allein durch eine Ungleichförmigkeit der Erforschung erklärt werden.

Wir können leicht einige Hauptverbreitungstypen unterscheiden und zwar:

A. Die *Ubiquisten*, welche im grossen und ganzen eine dichtere oder lichtere gleichmässige Verbreitung über das ganze Spezialgebiet aufweisen.

B. Arten, die in der nördlichen Hälfte des Gebietes ihre Frequenzmaxima erreichen und gegen Süden schnell abklingen.

C. Arten, die auf die Nordhälfte des Gebietes beschränkt sind.

D. Arten, deren Frequenz im Süden hoch ist und gegen Norden deutlich abklingt.

E. Arten, die ausschliesslich oder fast ausschliesslich auf den südlichsten Schärenhof beschränkt sind.

F. Unregelmässig verbreitete Arten, die keinem der obenerwähnten Verbreitungstypen angehören.

G. Ausgesprochene »Schärenpflanzen«, die die grösseren Eilande vermeiden.

Die oben unter Typus B und C erwähnte »nördliche Hälfte« bzw. »Nordhälfte« sowie der unter Typus E angeführte »südlichste Schärenhof« sind folgendermassen abgegrenzt. Die nördliche Hälfte (= die Nordhälfte) erstreckt sich gegen Süden bis zu einer Linie, die von dem Winkel der Korpo-Kökar-Grenze (vgl. die Karte Fig. 2) im Westen fast genau in östlicher Richtung gleich südlich von Alenskär, Gloskär, Lill-Hästö und Råtnskär gezogen ist, bis sie die Ostgrenze von Korpo auf der geographischen Breite von Nagu Berghamn trifft. Die Nordgrenze des unter Typus E erwähnten südlichsten Schärenhofes verläuft in SW-NE, die Inseln Bokull und Björkö fast tangierend. Der südlichste Schärenhof umfasst somit die Archipele von Bokull, Björkö, Utö

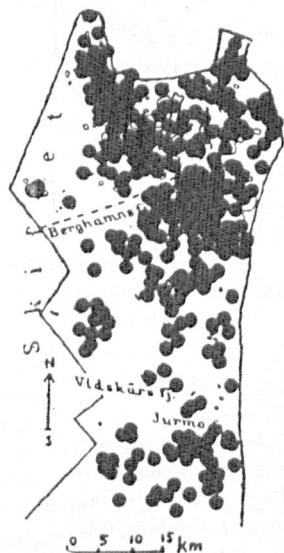


Fig. 4. Untersuchungs-frequenz innerhalb des Spezialgebietes. ● = Untersuchtes Kleingebiet.



Fig. 5. Die drei floristischen Teilgebiete in Korpo-Houtskär.

*Dryopteris filix mas*  
*D. spinulosa*  
*Polypodium vulgare*  
*Juniperus communis*  
*Typhoides arundinacea*  
*Agrostis stolonifera*  
*A. capillaris*  
*A. canina*  
*Calamagrostis epigejos*  
*Deschampsia flexuosa*  
*Festuca rubra*  
*F. ovina*  
*Agropyron repens* (litor.)  
*Eriophorum polystachyum*  
*Scirpus Tabernaemontani*  
*S. uniglumis*  
*Carex canescens*  
*C. Goodenowii*  
*Juncus Gerardi*  
*J. bufonius*  
*Luzula pallescens*  
*Allium schoenoprasum* Karte S. 34  
*Alnus glutinosa*  
*Urtica dioeca*  
*Rumex crispus*

und Jurmo. Durch die zwei nun festgestellten Grenzen zerfällt Korpo-Houtskär in drei aus floristischen Gründen auseinanderzuhaltende Teilgebiete, für die in den unten folgenden Darstellungen durchgehend diese Benennungen benutzt werden: Das Nordgebiet, das Zwischengebiet und das Südgebiet (Fig. 5).

Ganz deutliche Ubiquisten sind die folgenden:

*R. acetosa*  
*R. acetosella*  
*Polygonum heterophyllum* (litor.)  
*Atriplex hastatum*  
*Montia lamprosperma*  
*Stellaria media*  
*S. graminea*  
*Cerastium caespitosum*  
*C. semidecandrum* Karte S. 29  
*Sagina procumbens*  
*Spergularia salina*  
*Cardamine hirsuta* Karte S. 129  
*Draba verna*  
*Arabidopsis thaliana*  
*Sedum telephium*  
*S. acre*  
*Ribes nigrum* Karte S. 29  
*Sorbus aucuparia*  
*Rubus idaeus*  
*Rubus saxatilis*  
*R. chamaemorus*  
*Fragaria vesca* Karte S. 33  
*Comarum palustre*  
*Potentilla argentea*  
*P. anserina*  
*Filipendula ulmaria*  
*Vicia cracca*  
*Linum catharticum*  
*Hypericum perforatum*  
*Viola palustris*  
*V. canina*  
*V. tricolor*  
*Lythrum salicaria*  
*Epilobium palustre*  
*Chamaenerium angustifolium*  
*Chaerophyllum silvestre*  
*Empetrum nigrum*

*Vaccinium uliginosum*  
*Calluna vulgaris*  
*Lysimachia vulgaris*  
*Trientalis europaea*  
*Glaux maritima*  
*Myosotis arvensis*  
*M. collina*  
*Scutellaria galericulata*  
*Galeopsis bifida*  
*Veronica arvensis*  
*V. officinalis*

*Rhinanthus minor*  
*Plantago major* (v. *intermedia*)  
*Galium palustre*  
*G. verum*  
*Valeriana officinalis*  
*Trimorpha acris*  
*Antennaria dioeca*  
*Achillea millefolium*  
*Senecio silvaticus*  
*Cirsium lanceolatum*  
*Sonchus arvensis* (litor.)

Folgende Arten könnten noch zu den Ubiquisten gerechnet werden, wenn man vom äussersten Meeressaum absieht, wo ihr Fehlen vor allem durch Mangel an geeigneten Standorten (u. a. das Nichtvorhandensein genügend tiefer Erdkrume) verständlich ist. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind sie wahre Ubiquisten. Die betreffenden Arten sind:

*Dryopteris linnaeana*  
*Triglochin maritima*  
*Anthoxanthum odoratum*  
*Deschampsia caespitosa*  
*Avena pubescens*  
*Poa irrigata*  
*P. nemoralis*  
*Carex pallescens*  
*C. panicea*  
*Luzula multiflora*  
*Majanthemum bifolium*  
*Polygonatum officinale*  
*Convallaria majalis*  
*Orchis maculatus* Karte S. 33

*Platanthera bifolia*  
*Betula pubescens* Karte S. 33  
*Moehringia trinervia*  
*Arenaria serpyllifolia*  
*Ranunculus acris*  
*Potentilla erecta*  
*Epilobium collinum*  
*Vaccinium vitis idaea*  
*V. myrtillus*  
*Scrophularia nodosa*  
*Veronica chamaedrys*  
*Galium boreale*  
*Crepis tectorum*

Gute Repräsentanten für Typus B (höchste Frequenz im Nordgebiet, gegen Süden sehr schnell seltener werdend) sind die folgenden:

*Eupteris aquilina*  
*Picea abies*  
*Pinus silvestris*  
*Milium effusum* Karte S. 31  
*Briza media* Karte S. 30  
*Bromus mollis* Karte S. 30  
*Luzula pilosa*  
*Platanthera chlorantha*  
*Viscaria vulgaris*

*Ranunculus bulbosus*  
*Cardamine pratensis*  
*Filipendula hexapetala* Karte S. 32  
*Lathyrus pratensis*  
*Oxalis acetosella*  
*Plantago lanceolata*  
*Campanula persicifolia*  
*Chrysanthemum leucanth.*  
*Centaurea jacea*

Die Arten vom Verbreitungstypus C, welche nur im Nordgebiet angetroffen worden sind, sind die folgenden 169:

- Asplenium ruta muraria*  
*Botrychium matricariifolium*  
*Equisetum silvaticum*  
*E. pratense*  
*E. palustre*  
*Isoetes lacustre*  
*Sparganium Friesii*  
*S. glomeratum*  
*S. ramosum*  
*Potamogeton pusillus*  
*Ruppia brachypus*  
*Najas marina*  
*Scheuchzeria palustris*  
*Alisma plantago-aquatica*  
*Calamagrostis arundinacea*  
*C. purpurea*  
*C. lanceolata*  
*Molinia coerulea*  
*Poa compressa*  
*Agropyron caninum* Karte S. 31  
*Scirpus silvaticus*  
*S. maritimus*  
*S. lacustris*  
*S. parvulus*  
*Carex pauciflora*  
*C. loliacea*  
*C. elata*  
*C. caespitosa*  
*C. digitata*  
*C. verna*  
*C. ericetorum*  
*C. subsp. oedocarpa*  
*C. pseudocyperus*  
*C. riparia*  
*Lemna trisulca*  
*Juncus effusus*  
*J. conglomeratus*  
*J. stygius*  
*Gagea minima*  
*Allium scorodoprasum*  
*A. ursinum* Karte S. 127  
*Polygonatum multiflorum* Karte S. 130  
*Iris pseudacorus*  
*Orchis sambucinus* Karte S. 33  
*O. incarnatus*  
*Coeloglossum viride*  
*Gymnadenia conopsea*  
*Helleborine latifolia*  
*Listera ovata* (Busö, ein Ind.)
- Neottia nidus avis*  
*Corallorrhiza trifida*  
*Salix livida*  
*S. nigricans*  
*Myrica gale*  
*Corylus avellana* Karte S. 30  
*Betula verrucosa* Karte S. 33  
*Quercus robur*  
*Ulmus glabra*  
*Polygonum viviparum*  
*Salicornia herbacea*  
*Stellaria holostea* Karte S. 126  
*S. palustris*  
*Spergula vernalis*  
*Lychnis flos cuculi*  
*Nymphaea alba*  
*Nuphar luteum*  
*Actaea spicata*  
*Anemone hepatica*  
*A. nemorosa*  
*A. ranunculoides*  
*Ranunculus cassubicus*  
*R. ficaria* (Österskär, Anthrop.) Karte S. 132  
*R. Baudotii*  
*R. paucistamineus*  
*Thalictrum simplex*  
*Corydalis (bulbosa?)*  
*Lepidium campestre*  
*Cardamine dentata*  
*Dentaria bulbifera*  
*Drosera anglica*  
*D. intermedia*  
*Sedum annuum*  
*S. album*  
*Chrysosplenium alternifolium*  
*Ribes Schlechtendalii*  
*Cotoneaster integerrima*  
*Pyrus malus* (Brunskär, ein Indiv.)  
*Sorbus suecica*  
*S. jennica*  
*Crataegus monogyna*  
*C. curvisepala*  
*Rubus arcticus*  
*Potentilla reptans*  
*Alchemilla pubescens*  
*A. plicata*  
*A. pastoralis*  
*A. minor subsp. filicaulis*



<i>A. acutangula</i>	<i>P. rotundifolia</i>
<i>A. subcrenata</i>	<i>P. media</i>
<i>Agrimonia odorata</i>	<i>P. secunda</i>
<i>Prunus spinosa</i>	<i>P. uniflora</i>
<i>Trifolium spadiceum</i>	<i>Monotropa hypopitys</i>
<i>T. montanum</i>	<i>Arctostaphylos uva ursi</i>
<i>T. arvense</i>	<i>Primula farinosa</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Centunculus minimus</i> Karte S. 129
<i>Lotus corniculatus</i> Karte S. 30	<i>Gentiana suecica</i>
<i>Vicia tetrasperma</i>	<i>G. uliginosa</i>
<i>V. silvatica</i>	<i>Myosotis scorpioides</i>
<i>V. sepium</i>	<i>Stachys silvaticus</i>
<i>Lathyrus silvestris</i>	<i>Satureja acinos</i>
<i>L. vernus</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Geranium silvaticum</i>	<i>Melampyrum cristatum</i>
<i>G. molle</i>	<i>M. silvaticum</i>
<i>Polygala vulgare</i> Karte S. 30	<i>Utricularia intermedia</i>
<i>P. amarellum</i> Karte S. 123	<i>Plantago media</i>
<i>Callitriche polymorpha</i>	<i>Adoxa moschatellina</i> Karte S. 32
<i>C. autumnalis</i>	<i>Lonicera xylosteum</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Linnaea borealis</i>
<i>Rhamnus cathartica</i> Karte S. 29	<i>Valeriana excelsa</i>
<i>Helianthemum vulgare</i>	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Viola mirabilis</i>	<i>Campanula trachelium</i>
<i>Daphne mezereum</i>	<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	<i>Solidago virgaurea</i>
<i>Peplis portula</i>	<i>Filago montana</i>
<i>Epilobium montanum</i>	<i>Gnaphalium silvaticum</i>
<i>Hippuris tetraphylla</i>	<i>Inula salicina</i> Karte S. 124
<i>Cicuta virosa</i>	<i>Achillea ptarmica</i>
<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Arctium vulgare</i> Karte S. 127
<i>Heracleum sibiricum</i>	<i>Cirsium heterophyllum</i>
<i>Laserpitium latifolium</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Chimaphila umbellata</i>	<i>Lactuca muralis</i>
<i>Pyrola chlorantha</i>	<i>(Veronica spicata?)</i> <sup>1</sup>

Gute Representanten für Typus D (höchste Frequenz in den südlichen Teilen des Untersuchungsgebietes, gegen Norden schnell abklingend) sind folgende Arten:

<i>Puccinellia retroflexa</i>	<i>Isatis tinctoria</i> Karte S. 132
<i>Scirpus mamillatus</i> Karte S. 32	<i>Crambe maritima</i> Karte S. 125
<i>Lemna minor</i> Karte S. 32	<i>Angelica litoralis</i>
<i>Juncus ranarius</i>	<i>Cornus suecica</i>
<i>Atriplex litorale</i>	<i>Myosotis baltica</i>
<i>Cochlearia danica</i> Karte S. 32	<i>Matricaria maritima</i>
<i>Cakile maritima</i>	

<sup>1</sup> Laut HJELT, Conspectus in Korpo. Die Lage der Lokalität mir nicht sicher bekannt.

Typus E. Nur im Südgebiet:

*Botrychium simplex*

*Avena pratensis*

*Catabrosa aquatica*

*Carex gracilis*<sup>\*</sup>

*C. polygama*

*C. flava*

*C. hirta*

*Spirodela polyrrhiza*

*Lemna gibba*

*Rumex thyrsiflorus*

*Polygonum Raji* Karte S. 129

*Salsola kali*

*Stellaria crassifolia*

*Sagina maritima*<sup>1</sup> Karte S. 34

*Honckenya peploides*

*Fragaria viridis* Karte S. 33

*Lathyrus maritimus*

*Epilobium adenocaulon*

*Cuscuta halophyta*

*Thymus serpyllum* Karte S. 126

*Bidens cernuus*

Betreffs des Typus F (ungleichförmige Verbreitung) verweise ich auf die Karten 1—6, Fig. 12, S. 35, wo einige Vertreter vorliegen.

Die charakteristischsten »Schärenarten« des Typus G sind auf die Karten 1—6, Fig. 13, S. 36 eingetragen.

Nachdem die Artenverteilung des Spezialgebietes durch die oben angeführten Artenlisten, Verbreitungstypen und Karten einigermaßen klargelegt worden ist, wollen wir das Material durchmustern und die Fragen besprechen, deren Beantwortung eine der Hauptaufgaben der vorliegenden Arbeit ausmacht, und die zugleich grundlegend für die weiter unten folgende Diskussion ist, die sich mit den Kausalitätsverhältnissen beschäftigen wird, welche innerhalb des ganzen Schärenhofes Südwest-Finnlands zwischen Flora und Umwelt herrschen.

<sup>1</sup> Eine Lokalität in Österskär.



Fig. 6. Die Verbreitung einiger Arten in Korpo-Houtskär. 1 *Ribes nigrum* (Ubiquist mit »Schärenpflanzencharakter«), 2 *Cerastium semidecandrum* (Ubiquist mit hemerophilem Charakter), 3 *Ranunculus bulbosus* (hemerophil-heliophil), 4 *Rhamnus cathartica*, 5 *Sedum album* und 6 *Molinia coerulea* (4, 5 u. 6 zeigen typisches gruppenweises Vorkommen: Anhäufungszentra mit umliegenden Streulokalitäten).

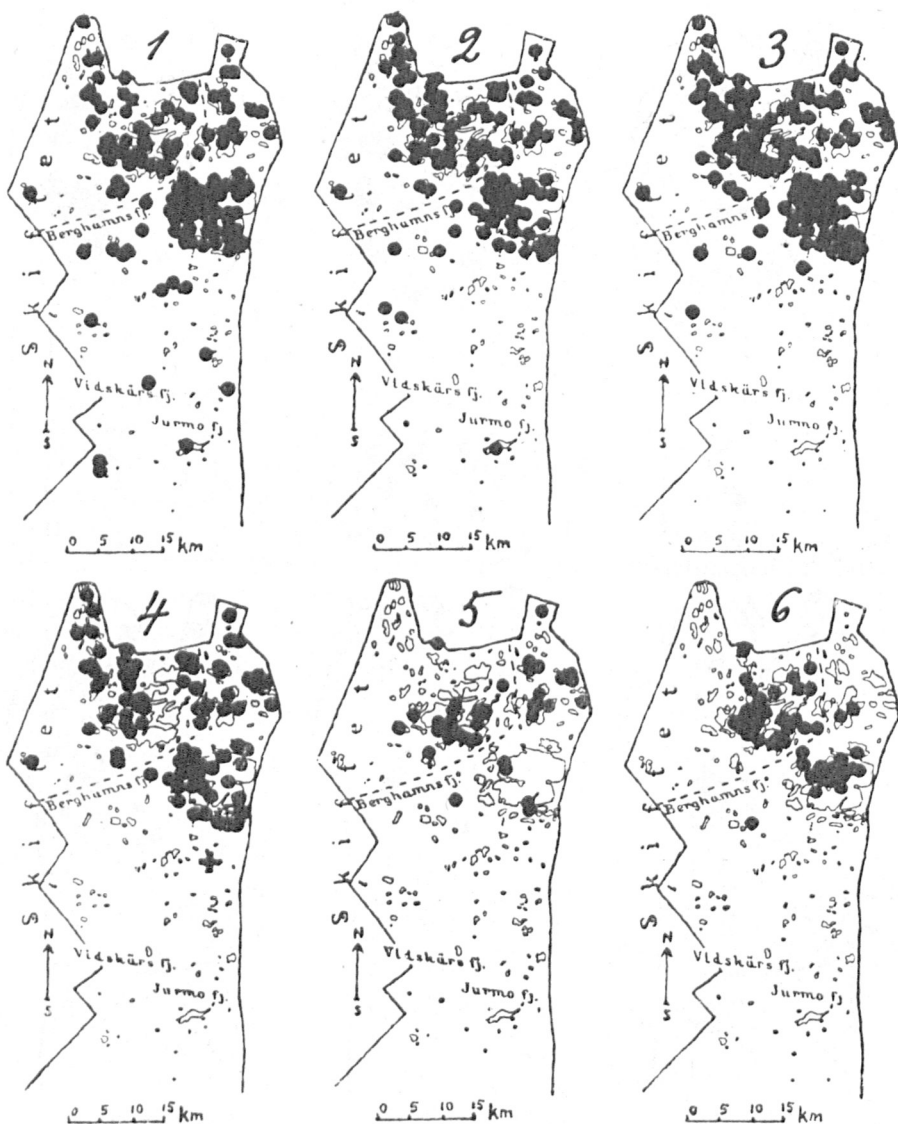


Fig. 7. Verbreitung einiger im Nordgebiet hochfrequenten Arten: 1 *Bromus mollis* (spiegelt fast genau die Verteilung der menschlichen Ansiedlungen ab), 2 *Briza media*, 3 *Primula veris*, 4 *Corylus avellana* (+ = vereinzeltes Indiv.), 5 *Lotus corniculatus*, 6 *Polygala vulgare*.



Fig. 8. Einige Laubwiesenarten in Korpo-Houtskär: 1 *Fraxinus excelsior* (bemerke die Anhäufung im artenreichen Gebiet von Houtskär!), 2 *Pyrus malus* (nur die wirklich »wilde« Form), 3 *Quercus robur*, 4 *Milium effusum*, 5 *Agropyron caninum*, 6 *Poa compressa*.



Fig. 9. Verbreitung in Korpo-Houtskär von: 1 *Filipendula hexapetala*, 2 *Ranunculus polyanthemus*, 3 *Adoxa moschatellina* (1—3 starke Anhäufung im Nordgebiet), 4 *Lemna minor* (im Nordgebiet in eutrophen, ± kulturbeeinflussten Gewässern, im Südgebiet in den von Wasservögeln gedüngten, permanenten Regenwassertümpeln), 5 *Cochlearia danica* (extrataeniater Typus, nördlich auf Kalkfelsen), 6 *Scirpus mamillatus* (extrataeniat).

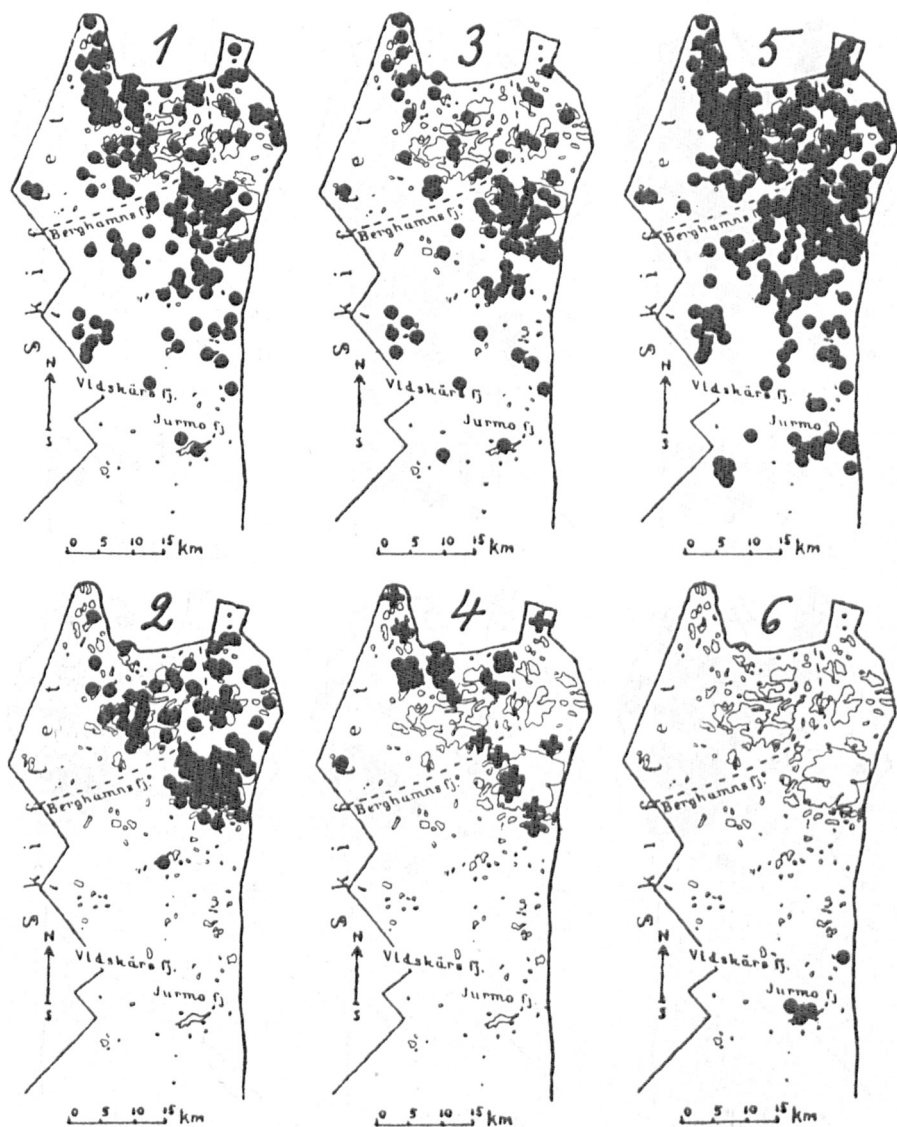


Fig. 10. Die Verbreitung in Korpo-Houtskär dreier Paare je zwei unter sich ausbreitungsbiologisch gleichwertiger Arten: 1 *Betula pubescens* und 2 *B. verrucosa*, 3 *Orchis maculatus* und 4 *O. sambucinus* (● = Massenvorkommnisse, + = spärlich — vereinzelt), 5 *Fragaria vesca* und 6 *F. viridis*.

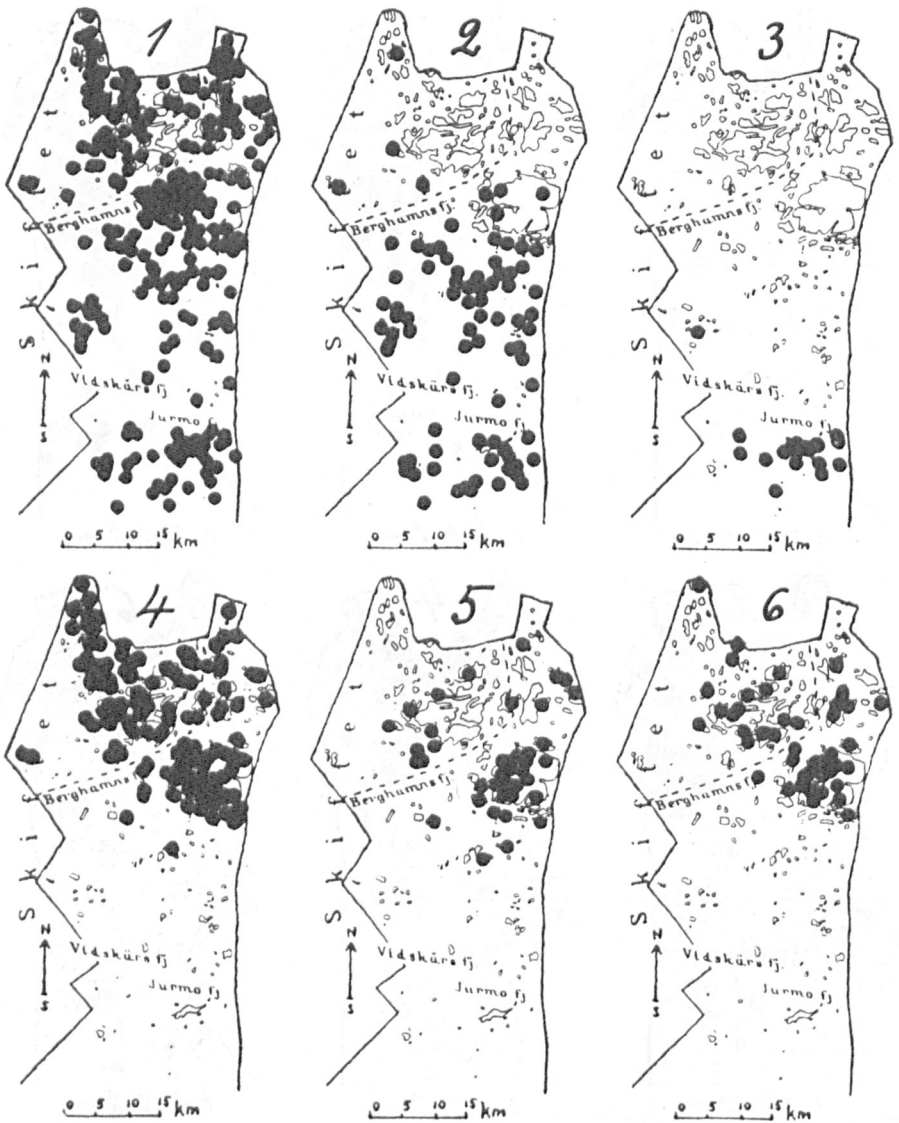


Fig. 11. Die Verbreitung einiger Arten in Korpo-Houtskär. 1 *Allium schoenoprasum* (Ubiquist mit extrataeniatem Charakter), 2 *Cornus suecica* (noch stärker extrataeniat als 1), 3 *Sagina maritima* (ausgeprägt extrataeniat), 4 *Geranium silvaticum* (Ubiquist im Nordgebiet, sonst fehlend), 5 *Spargula veranalis* und 6 *Linnaea borealis* (Begleiter des Nadelwaldes).





Fig. 12. Einige unregelmässig verbreitete Arten in Korpo-Houtskär: 1 *Salix rosmarinifolia*, 2 *Carex elongata*, 3 *Calamagrostis purpurea*, 4 *Silene nutans*, 5 *Listera ovata* (● = Massenvorkommen, + = vereinzelte Individuen), 6 *Saxifraga granulata*.

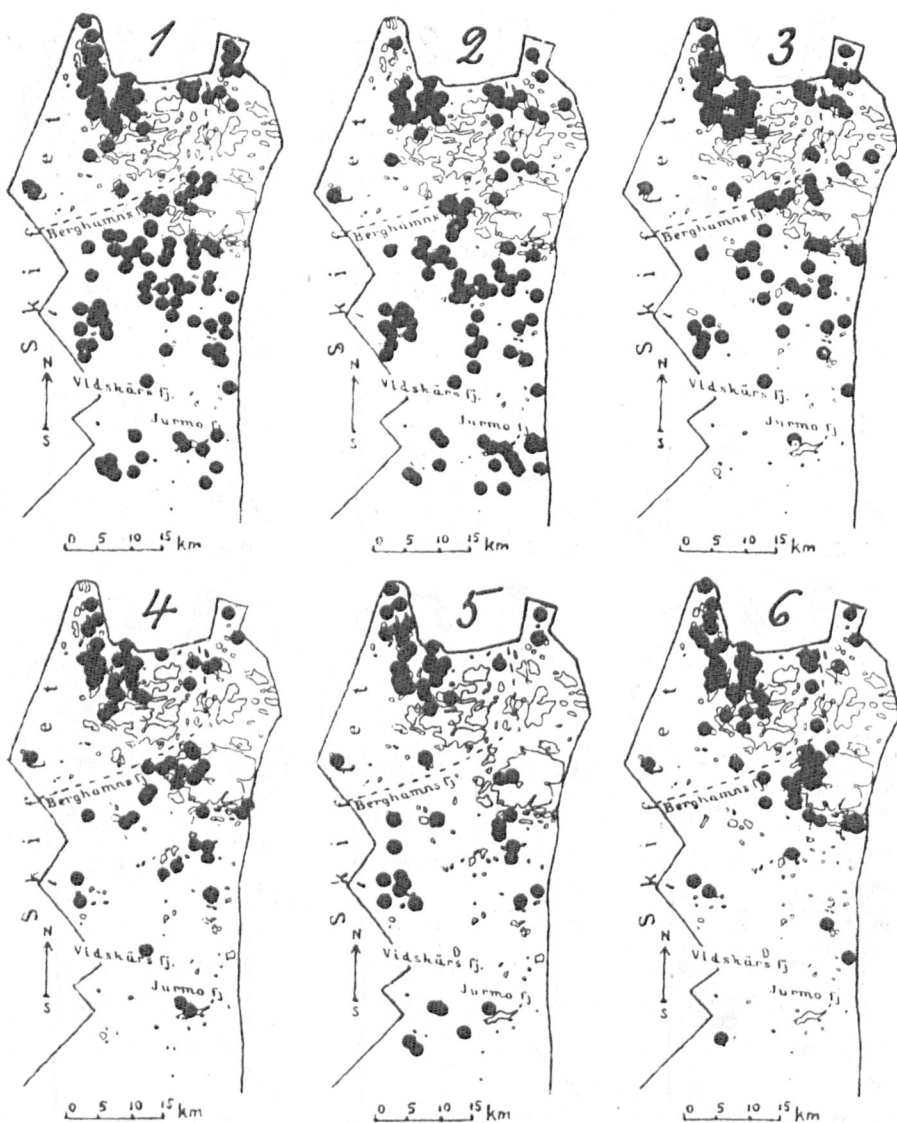


Fig. 13. »Schärenpflanzen» in Korpo-Houtskär (sie vermeiden auffallend die grösseren Eilande): 1 *Cynanchum vincetoxicum*, 2 *Veronica longifolia*, 3 *Origanum vulgare*, 4 *Agrimonia eupatoria*, 5 *Arrhenatherum elatius*, 6 *Geranium sanguineum*.

## Die Ursachen der Artenverteilungszüge innerhalb des Spezialgebietes.

### Einige Ausgangsprinzipien.

Jedes Pflanzenvorkommen in der Natur ist durch ein Zusammenwirken zweier Faktorensysteme geregelt: die in ihren Hauptzügen mehr oder weniger konstante Konstitution der betreffenden Art und die in der Umgebung herrschende Konstellation der äusseren Kräfte. Die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Pflanzenarten gegen die äusseren Faktoren reagieren, ist höchst verschieden. Was der einen Art nützlich, kann einer anderen Art schädlich sein. Eine Art kann viel grössere Schwankungen in der Amplitude eines äusseren Faktors ertragen als eine andere, die mehr empfindlich oder sagen wir mehr wählerisch ist. Sobald es gelingt für eine Art einen bestimmten Zusammenhang zwischen ihrem Vorkommen und einem oder mehreren äusseren Faktoren festzustellen, ist man um einen Schritt weiter im Verstehen der Artenverteilung gekommen. Ich werde nun versuchen nachzuprüfen, ob unter den artenverteilenden Faktoren solche sich auffinden lassen, denen eine ausschlaggebende Bedeutung für die Verteilung der Arten anerkannt werden muss.

Selbstverständlich ist es mit grossen Schwierigkeiten verbunden ein Artenmaterial derart zu zerlegen, dass in jedem Einzelfall die endogenen und exogenen Faktorensysteme in bezug auf ihre gegenseitige Wirkung verfolgt werden. Es wird nur durch Einzelstudien jedes Spezialfalles ermöglicht. Eine solche Methodik kann in der vorliegenden Arbeit nicht verwendet werden, vor allem weil es meine Absicht ist *in groben Zügen* die wahrscheinlichen Ursachen der gegenwärtigen Florenverteilung 1:o innerhalb meines Spezialgebietes, 2:o innerhalb des ganzen Schärenmeeres Südwest-Finnlands (in einigen Fällen im nördlichen Ostseegebiete, vgl. S. 93) zu diskutieren. Zu diesem Zweck begnüge ich mich mit einer Einteilung, wonach die spontane Flora in Korpo-Houtskär in eine Anzahl Gruppen zerfällt. Die früher (S. 23) durchgeführte Einteilung der Flora in geographische Verbreitungstypen spiegelt nur einen *Tatsachenzustand* wieder. Die nun folgende Einteilung macht einen Versuch aus ein Kategoriensystem zu schaffen, dessen Einzelgruppen als *Kausalitätserscheinungen* verschiedener pflanzengeographisch wirkender Faktoren gedeutet werden könnten. Somit bekommen wir kausal bedingte Ver-

breitungskategorien, die teils mit den früheren geographischen Verbreitungstypen zusammenfallen können, teils wiederum ihr Artenmaterial aus ganz verschiedenen geographischen Verbreitungstypen rekrutiert haben. Ich übersehe natürlich nicht, dass bezüglich jeder kausal bedingten Kategorie eine ganze Buntheit verschiedener Faktoren mitwirkend gewesen ist. Es scheint aber möglich zu sein, in mehreren Fällen für jede Einzelgruppe *einen* Faktor aufzufinden, der relativ eine grössere Bedeutung gehabt hat und darum als Hauptfaktor bezeichnet werden dürfte. In diesem Sinne sind die unten folgenden Kategorien zu verstehen.

Einige erklärende Umstände mögen hier noch Platz finden. Es ist mir nicht möglich gewesen *alle* Arten in Korpo-Houtskär auf die verschiedenen Gruppen zu verteilen. Es bleibt zur Zeit eine beträchtliche Anzahl Arten übrig, deren Auftreten noch nicht in befriedigender Weise kausal zu deuten ist. Diese Arten müssen einer künftigen, auf einem grösseren und allseitigeren Untersuchungsmaterial fussenden Nachprüfung überliefert werden. Für die Problemstellungen und Diskussionen der vorliegenden Studie spielen sie kaum eine erwähnenswerte Rolle. Meine Hauptaufgabe ist nachzuweisen, dass die Schärenflora Südwest-Finnlands eine Anzahl kausal vollkommen verschiedenartig bedingter Artenverteilungszüge aufweist. Als Beweise versuche ich natürlich in erster Hand die klarsten und eindeutigsten Fälle vorzulegen. Die unklaren oder vieldeutigen vermeide ich, ohne ihre Existenz zu verschweigen.

### Artenverteilende Faktoren.

Das Spezialgebiet stellt einen Archipel dar, welcher während des Litorinamaximums vom Meere überflutet war. Seitdem ist der Schärenhof aus den Wellen der Ostsee aufgetaucht und die Florenelemente haben den sukzessiv aus dem Meere gestiegenen und immer noch steigenden Archipel besiedelt.

Diese Tatsache vereinfacht unsere Problemstellung in einer Hinsicht: die schwierige Reliktenfrage fällt aus. Prälorina-Relikte sind im Gebiet undenkbar. Relikte aus späteren Zeitperioden sind natürlich möglich, aber nach meiner Auffassung der Reliktennatur dürfte keine einzige Art innerhalb meines Spezialgebietes als irgend eine Relikte gedeutet werden können.

Sehr überzeugend hat meines Erachtens DU RIETZ (1928, S. 11—17) die Artenverteilenden Faktoren klargelegt. Ich führe seine Einteilung an (l. c. S. 11—12):

- I. Die Beschaffenheit des Standortes beim Anfang der betreffenden Zeitperiode.
- II. Die Verteilung der Arten auf dem betreffenden Fleck sowie in seiner

Umgebung beim Anfang der betreffenden Zeitperiode (Verbreitungsfaktoren. Sie sind ein Produkt der Geschichte sämtlicher Faktoren).

III. Die Zufuhr von Diasporen (Ausbreitungseinheiten) der verschiedenen Arten während der betreffenden Zeitperiode. (Ausbreitungsfaktoren.)

Diese Zufuhr wird von dem folgenden Faktorenkomplex geregelt:

1. Die unter II erwähnten Verbreitungsfaktoren.
2. Die Ausbreitungsorganisation der verschiedenen Arten.
3. Die zur Verfügung stehenden Ausbreitungsagentien.
4. Der Zufall.

IV. Die relative Konkurrenzfähigkeit der am Kampfe teilnehmenden Arten auf dem betreffenden Fleck (Konkurrenzfaktoren).

Die Konkurrenzfaktoren sind ein Produkt der folgenden Faktorenkomplexe:

1. Die absolute Standortsamplitude der verschiedenen Arten.
2. Die relative Vitalität der verschiedenen Arten in den verschiedenen Teilen ihrer Standortsamplitude.
3. Die Physiognomie und Wuchsweise der verschiedenen Arten.

Diese Faktorenkomplexe sind ihrerseits zum grossen Teil ein Produkt der Geschichte der betreffenden Arten (und Pflanzengesellschaften).

V. In die Konkurrenz direkt eingreifende Tiere, Menschen und Pflanzenparasiten.

VI. Die Länge der Zeit seit dem Anfang der betreffenden Zeitperiode.

Im grossen und ganzen werde ich den obigen Einteilungsgrund von DU RIETZ bei der Erörterung der Ursachen der Artenverteilung in Korpo-Houtskär beibehalten. Jedoch muss ich mich mit einem einfacheren Schema begnügen, wo ich mehr mit komplexeren Faktoren operiere. Diese Hauptfaktoren sind:

- A. *Die Beschaffenheit des Standortes.*
- B. *Die Ausbreitung der Diasporen.*
- C. *Die Konkurrenzfähigkeit der Arten.*
- D. *Die Relation der ursprünglichen Flora zu den anthropogenen Faktoren.*
- E. *Die Gestaltung der Flora in angrenzenden Gebieten.* (Obwohl ich die

Ursachen der Verteilung der Arten in Korpo-Houtskär als geschlossene, räumliche Einheit und so weit möglich ohne Rücksicht auf die umliegenden Gebiete zu diskutieren versuche, wird es jedoch mehrmals notwendig sein auch die Umgegend zu beachten.)

Die Faktoren unter A und C stehen in inniger Beziehung zu einander und werden im folgenden oft zusammen behandelt. Ganz besonders gilt dies von den Amplituden der Arten bezüglich der Standorte.

Schreiten wir so zur Analyse der Korpo-Houtskär-Flora gegen den Hintergrund der oben angegebenen artenverteilenden Faktoren. Es mag noch einmal betont werden, dass diese Analyse nicht endgültig durchgeführt werden kann. Die Fehlerquellen sind gross. Doch glaube ich, dass eine Untersuchung wie die vorliegende nicht ohne Nutzen ist, wenn auch einige von ihren Ergebnissen

in der Zukunft vielleicht anders gedeutet werden können, als ich es vermocht habe. Würden meine Zeilen andere Forscher zur Kritik, Nachprüfung und teils Bestätigung, teils Berichtigung meiner Resultate erregen, werde ich als erster solche Bestrebungen mit Freude begrüßen. Sie sind ja Schritte vorwärts auf dem Wege zur Wahrheit.

### Der Standort als artenverteilender Faktor.

Da verschiedene Pflanzen verschiedenartige Standorte verlangen, ist es selbstverständlich, dass die regionale Verteilung der verschiedenen Standorte, ihre Anzahl und Grösse auf die regionale Verteilung der Arten entscheidend einwirkt. Es ist jedoch in vielen Fällen schwer zu ermitteln in wie hohem Grade der sowohl qualitative als quantitative Florencharakter durch die Standorte allein bedingt ist. *Wir fassen hier den Standort im weiten Sinne, d. h. als Lebensmedium der Pflanze.* Der s. z. s. *substratische* Standort kann z. B. einer gewissen Art geeignet sein, aber diese Art kann dessen ungeachtet auf dem betreffenden Standort nicht existieren weil, sagen wir, z. B. der *klimatische* Standort ihre Existenzmöglichkeit daselbst aufhebt. Nun gibt es aber auch eine Anzahl Faktoren, die einander einigermassen kompensieren können. Diese Tatsache ist sehr wichtig aber verwickelt zugleich das Artenverteilungsproblem. Ein Faktor, der in einer Gegend für eine gewisse Art von grosser Bedeutung zu sein scheint, kann in einer anderen Gegend sehr geschwächt auftreten aber daselbst von einem ganz anderen Faktor ersetzt werden.

*Verbreitungstypus A.* Durchlesen wir die Listen S. 24—25, die die häufigsten Arten meines Spezialgebietes enthalten, können wir folgendes herausfinden:

1. Fast alle diese Arten sind auch im ganzen übrigen Schärenhof Südwest-Finnlands häufig bis sehr häufig. Die meisten von ihnen sind ausserdem (natürlich mit Ausnahme der reinen Litoralarten) auf dem Festlande Finnlands sowohl im Inneren als in den verschiedenen Küstengegenden, im Westen wie im Osten, im Süden wie im Norden weit und häufig verbreitet. Ihre *klimatischen Amplituden* müssen somit im allgemeinen als *weit* betrachtet werden.

2. Keine von diesen Arten verhält sich — wenigstens im Schärenhofe Südwest-Finnlands — als eine s. g. fordernde Art. Mehrere von ihnen sind zwar obligate Litoralpflanzen, ohne jedoch an einen substratisch spezialisierten Ufertypus gebunden zu sein. Zahlreiche von ihnen gedeihen sowohl in schattiger als sonniger Lage, auf trocknerem wie auf feuchterem Boden, auf saurem wie auf neutralerem Substrat. Mit anderen Worten, ihre *substratischen Amplituden* dürften im allgemeinen *weit* sein.

3. Die betreffenden Arten können im allgemeinen ohne Schwierigkeit in ganz bestimmte ausbreitungsbiologische Gruppen verteilt werden oder sie sind polychor. Eine beträchtliche Anzahl ist unzweideutig endozoochor (bemerke u. a. die verhältnismässig zahlreichen Arten mit fleischigen Diasporen). Zahlreiche sind entschieden hydrochor. Die relativ unbedeutenden Meeresflächen innerhalb des Schärenhofes bieten ihnen somit eher Vorteile als Nachteile. Nicht wenige sind euanemochor. Viele sind Wintersteher und dürften effektiv chionochor ausgebreitet werden. Die meisten sind perennierend und somit konstante Diasporenerzeuger von Jahr zu Jahr. *Ausbreitungsbiologisch* sind diese Arten *gut ausgerüstet*.

4. Von den betreffenden Arten ist *nur ein verschwindender Bruchteil hemerophob*, die übrigen hemeradiaphor oder hemerophil, diese sogar in Mehrzahl. *Die menschliche Kultur* ist für mehr als 50 % der Arten ein *fördernder Faktor* gewesen.

Alle diese Umstände haben natürlich zur ubiquistischen Verbreitung der nun behandelten Arten beigetragen. *Aber am wichtigsten scheinen mir ihre substratisch-klimatisch weiten Amplituden. Denn ausbreitungsbiologisch gut ausgerüstet (in vielen Fällen sogar noch besser) sind viele andere Arten, die dessen ungeachtet scharf begrenzte Verbreitungsareale aufweisen, wie wir bald sehen werden.*

Untersuchen wir so die zwei verwandten *Verbreitungstypen B und C*, deren Arten im Nordgebiet extrem angehäuft sind. In wie hohem Grade ist ihre Verbreitung durch den Standortsfaktor bedingt?

Für 9 Arten scheint die Sache klar:

*Spergula vernalis* Karte S. 34  
*Chimaphila umbellata*  
*Pyrola chlorantha*  
*P. media*  
*P. secunda*

*P. uniflora*  
*Monotropa hypopitys*  
*Arctostaphylos uva ursi*  
*Linnaea borealis* Karte S. 34

Die oben aufgezählten sind die typischsten Folgepflanzen des Nadelwaldes und finden innerhalb des marinen Laubwaldgebietes keine günstigen Milieuverhältnisse. Sie werden mit dem Nadelwald selbst auf das Nordgebiet beschränkt (Fig. 14). *Spergula vernalis* ist im Zwischengebiet nur auf Brunskär: Bärskär (gleich am Südgrenze des Nordgebietes) auf einem hohen Berggipfel in vereinzelt Individuen gefunden worden.

Das Fehlen dieser Arten in grossen Teilen des Untersuchungsgebietes ist durch das Fehlen des Nadelwaldes verständlich, aber man muss sich fragen: *Warum fehlt der Nadelwald?*

Für den Fichtenwald spielen wahrscheinlich klimatische Faktoren ein. Man sieht ja noch im Südgebiet vereinzelt Fichten, aber sie leiden sichtlich



von den peinigenden Stürmen, sind in allerlei Weise deformiert worden und führen augenscheinlich ein kümmerliches Dasein. Nicht so die Kiefer. Hin und wieder trifft man vereinzelte oder einige wenige Kiefern an, so z. B. auf Österskär: Kistskär, auf Brunskär: Nästlandet und sogar auf Jurmo, wo eine stattliche, ganz isolierte Föhre im östlichen Teil der Insel auf der Heide steht. In Houtskär sind die an die offenen Wasserflächen von Skiftet grenzenden Inseln



Fig. 14. Nadelwaldgebiet in Korpo-Houtskär (schraffiert). Vereinzelte Bäume und kleine Baumgruppen ausserhalb des schraffierten Gebietes nicht berücksichtigt. Die unterbrochene Linie im Süden ist die Südgrenze der marinen Laubwälder.

Bockholm und Svinö mit stattlichem Nadelwald (Kiefer und Fichte) dicht bestanden. Auf der Nagu-Seite sind viele Inseln im Süd-Archipel mit reinen Kiefernwäldern bewachsen. Auf Brunskär: Västerö ist die Kiefer mit sehr gutem Erfolg angepflanzt worden und die jungen Bestände sind geradwüchsig und schön entwickelt. Es wäre offenbar möglich reiche Kiefernbestände in grossen Teilen des Zwischengebietes zu schaffen. *Selbst die Heiden auf Jurmo könnten ohne Zweifel in Kiefernwald verwandelt werden. Das Klima schliesst somit nicht die Kiefer in diesen Teilen des Untersuchungsgebietes aus. Eben- sowenig die substratischen Standortverhältnisse.*

Das Fehlen der Nadelwälder in den Zwischen- und Südgebieten sowie in den westlicheren Teilen des Nordgebietes und im Äpplö-Gebiet in Houtskär (ferner in Kökar und fast ganz Brändö) steht als einigermassen rätselhafte Tatsache da. Jedoch bin ich geneigt der Ansicht BERGROTH'S (bezüglich Brändö) beizupflichten. Er bringt (1894 b, S. 14—16) recht überzeugende Beweise dafür auf, dass der Nadelwald im betreffenden Kirchspiel früher eine grössere Verbreitung gehabt haben dürfte und später vom Menschen vernichtet worden sei (vor allem durch Abbrennen). Eine solche Ursache gibt die Bevölkerung sowohl in Brändö (l. c. S. 15) als auch im nordwestlichen Houtskär an, wo ich die Frage diskutiert habe. Indessen dürfte das soeben gesagte kaum die ganze Erklärung in sich schliessen.

Eine zweite Artengruppe, deren Fehlen oder extrem niedrige Frequenz im Zwischengebiet und auch im Südgebiet durch standörtliche und trofische Verhältnisse bedingt zu sein scheint, umfasst eine Anzahl von Hydrophyten (sowohl des Süsswassers als des Brachwassers), unter denen die folgenden die wichtigsten sind:



<i>Isoëtes lacustre</i>	<i>Scirpus maritimus</i>	<i>R. paucistamineus</i>
<i>Sparganium Friesii</i>	<i>S. parvulus</i>	<i>Callitriche autumnalis</i>
<i>S. ramosum</i>	<i>Carex elata</i>	<i>Peplis portula</i>
<i>Potamogeton pusillus</i>	<i>Lemna trisulca</i>	<i>Hippuris tetraphylla</i>
<i>Ruppia brachypus</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Cicuta virosa</i>
<i>Najas marina</i>	<i>Nuphar luteum</i>	<i>Utricularia intermedia</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Ranunculus Baudotii</i>	

Nur im Bereiche der grösseren Eilande des inneren Schärenhofes gibt es ruhige, seichte Brachwasserbuchten mit weichem Boden und reicher Characeen-Vegetation. Es ist demgemäss ganz natürlich, dass solche Arten wie *Ruppia spiralis* und *brachypus*, *Najas*, *Scirpus parvulus*, *Ranunculus Baudotii*, *Callitriche autumnalis* (nur ein reichliches Vorkommen im Kuggvik bekannt) und *Hippuris tetraphylla* eine Verbreitung aufweisen, die mit der regionalen Verbreitung der günstigen Wuchsplätze im grossen und ganzen zusammenfällt. Dieselbe Ursache dürfte ferner die im Nordgebiet deutlich höhere Frequenz z. B. folgender Arten erklären: *Potamogeton filiformis*, *pectinatus* und *perfoliatus*, *Ruppia rostellata*, *Zannichellia repens*, *Phragmites communis* (vor allem in quantitativer Hinsicht als Meeresuferassoziationsbildner), *Scirpus Tabernaemontani* (in demselben Sinne wie *Phragmites*), *Lemna trisulca*, *Ranunculus Baudotii* subsp. *marinus* und *Myriophyllum spicatum*. Eine Verbreitungskarte, die sämtliche Lokalitäten für *Phragmites* bzw. *Scirpus Tabernaemontani* wiedergibt, zeigt die Frequenzabnahme gegen Süden weniger deutlich, weil die genannten Arten hier mancherorts oberhalb der Litoralzone in Felstümpeln u. dgl. auftreten.

Von den oben aufgezählten Süsswasserarten sind *Sparganium Friesii* und *ramosum*, *Carex elata* und *Utricularia intermedia* (je eine Lokalität bekannt) wegen ihrer Seltenheit weniger beweiskräftig. *Isoëtes* habe ich selber nicht im Untersuchungsgebiet beobachtet (für Korpoström von Herrn Lektor E. W. EHRMAN angegeben und daselbst laut seiner mündlichen Mitteilung in Meerwasser auf sandigem Boden wachsend). Es ist möglich dass die betreffende Art bezüglich der Verbreitungsursachen Ähnlichkeit mit z. B. den *Ruppia*-Arten, *Scirpus parvulus* u. a. zeigt, aber ich will nichts mit Sicherheit darüber aussagen. Einigermassen eutrof scheinen *Nymphaea alba* (dagegen nicht *N. candida*, die eine recht grosse Ähnlichkeit des Auftretens mit z. B. *Potamogeton natans* aufweist), *Nuphar*, *Ranunculus paucistamineus*, *Peplis* und *Cicuta* zu sein, weshalb ihr Fehlen in den  $\pm$  oligotrofen Kleingewässern des Zwischen- und Südgebietes ziemlich erwartungsgemäss ist. Die wahrscheinlich eutrofe und ausserdem stark kulturbegünstigte *Alisma* lässt sich ungezwungen in die milieubedingte Verbreitungsgruppe einreihen.

Edaphisch-trofisch scheint auch die Verbreitung der folgenden 8 Arten erklärlich:

*Scheuchzeria palustris*  
*Carex pauciflora*  
*C. pseudocyperus*

*C. riparia*  
*Juncus stygius*  
*Iris pseudacorus*

*Drosera anglica*  
*D. intermedia*

Sie sind alle selten bis sehr selten und in Moortypen (mit Ausnahme der *Iris*) gefunden, welche in grösserer Ausdehnung nur auf den allergrössten Fjällen vorkommen. Die Sphagnum-Moorfragmente, die fast überall im übrigen Schärenhofs die Felsvertiefungen einnehmen, sind den erwähnten Arten ungünstig. Jedoch erschwert die Seltenheit der fraglichen Arten beträchtlich eine nähere Diskussion.

Arten, welche einigermassen den obigen 8 folgen, sind: *Dryopteris thelypteris*, *Scirpus trichophorum*, *Rhynchospora alba*, *Carex diandra* und *Malaxis paludosa*. Sie sind Flachmoorarten und sind demgemäss nicht im Zwischengebiet gefunden worden aber treten alle fünf wieder im Südgebiet auf Jurmo auf, wo ein Flachmoor (»Flyet») gelegen ist. Die 5 Arten liefern ein Zeugnis davon, dass, wenn nur die günstigen Milieuverhältnisse vorliegen, mehrere für diesen Milieutypus charakteristische Elemente vergesellschaftet auftreten, während sie in weiten Zwischengebieten fehlen können. Diese Erscheinung, die übrigens bei zahlreichen anderen Milieutypen beobachtet ist, kann als ein Beweis dafür gelten, dass die Diasporen weit und breit und verhältnismässig unabhängig von den Entfernungen ausgestreut werden können, ohne dass eine solche extensive Saat in einem entsprechend extensiven Auftreten der betreffenden vollentwickelten Pflanzen zu resultieren braucht.

Wie früher hervorgehoben (vgl. S. 13) treten innerhalb des Nordgebietes mehrere Urkalkvorkommnisse auf, teils als grössere Kalkfelsen, teils als bescheidene Adern und Gänge im Urgestein. Diese Kalkvorkommnisse sind auf drei Gruppen verteilt: 1) Die Likskär-Stylterskär-Lempnäs-Sördö-Gruppe im nordwestlichen Houtskär, 2) die Ävensör-Gruppe (das grösste Vorkommnis) an die sich Saverkeits Ängsholm und Björkholm im östlichsten Houtskär schliessen und 3) die Gruppe Finnö (nur spärlich)-Limskär-Alskär-Hummelskär sowie Kälö Mälö (recht spärlich). Auf mehrere Arten haben diese Kalkstandorte ausserordentlich anziehend eingewirkt.<sup>1</sup> Ganz besonders gilt dies für recht zahlreiche Laubmoose, vor allem *Tortella tortuosa*, die als wahre Indikatorpflanze betrachtet werden kann. Ferner seien folgende erwähnt, die entweder den Kalkstandorten spezifisch sind oder ausser auf ihnen auch auf anderen kalkhaltigen Substraten (z. B. Mergel, Mörtel u. dgl.) auftreten und somit als stark kalkbegünstigt anzusehen sind:

<sup>1</sup> Bei den Besprechungen auch weiter unten über die pflanzengeographischen Wirkungen des Kalkes fasse ich sie nicht als streng durch  $\text{CaCO}_3$  verursacht, sondern eher als durch einen Kalkfaktorenkomplex im Sinne W. BRENNER's (1930, S. 85).

<i>Fissidens adiantoides</i>	<i>Encalypta contorta</i>	<i>Campylium protensum</i>
<i>Ditrichum flexicaule</i>	<i>Leptobryum pyriforme</i>	<i>Cratoneurum filicinum</i>
<i>Distichium montanum</i>	<i>Mnium stellare</i>	<i>Drepanocladus inter-</i>
<i>D. inclinatum</i>	<i>Meesea trichodes</i>	<i>medius</i>
<i>Barbula rigidula</i>	<i>Plagiopus Oederi</i>	<i>D. lycopodioides</i>
<i>B. convoluta</i>	<i>Myurella julacea</i>	<i>Scorpidium scorpioides</i>

Stark kalkbegünstigt ist noch *Thuidium abietinum*, das auf Kalkkies und kalkhaltigem Detritus stets zu finden ist und hier reichlich und üppig gedeiht.

Unter den Gefässpflanzen sind vor allem die folgenden wenigstens in meinem Untersuchungsgebiet unbedingt stark kalkbegünstigt, obwohl mehrere auch an anderen Standorten vorkommen (die unten aufgezählten Arten sind fast alle ausgesprochene Trockenbodenbewohner, die auf den Urkalkfelsen und dem Kalkdetritus vorzüglich gedeihen):

<i>Asplenium ruta muraria</i>	<i>Hypericum hirsutum</i> Karte S. 128
<i>Poa compressa</i> Karte S. 31	<i>Satureja acinos</i>
<i>Draba muralis</i>	<i>Trimorpha acris</i>
<i>Saxifraga tridactylites</i> Karte S. 130	<i>Artemisia campestris</i> Karte S. 133
<i>Geranium lucidum</i> Karte S. 128	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Rhamnus cathartica</i> Karte S. 29	

In irgend einer Weise anziehend hat das Kalksubstrat auf *Cochlearia danica* eingewirkt. Diese im Südgebiet sehr häufige Chasmophyt zeigt im Nordgebiet weit ausserhalb ihres eigentlichen Verbreitungsgebietes einige vereinzelte Vorkommnisse, die fast sämtlich an Kalkfelsen und zwar *oberhalb der Litoralzone* gebunden sind. Es scheint schwer eine völlig befriedigende Erklärung dieser Erscheinung zu geben. Möglicherweise verhält es sich so, dass *Cochlearia* wie die meisten wahren Litoralpflanzen neutrophil ist und eine schwache Konkurrenzkapazität hat. Ausserdem ist die Art extrataeniat (vgl. ALMQUIST S. 397), d. h. sie bevorzugt ganz deutlich den Meeres- saum, wo sie als litorale Chasmophyt gemein auftritt. In den inneren Teilen des Schärenhofes nimmt öfters eine geschlossener Vegetation die Litoral- standorte ein und die maritimen Verhältnisse sind beträchtlich abgeschwächt, die Felsritzen führen  $\pm$  sauer reagierenden Detritus und werden nicht aëro- halin beeinflusst. Alle diese Umstände erschweren die Existenz der Art. Aber auf den exponierten Kalkfelsflächen herrscht eine  $\pm$  neutrale Boden- reaktion, hier ist die Pflanzendecke ungeschlossen und möglicherweise exi- stieren im kalkreichen Substrat Zustände, die einigermassen die des Spritz- gürtels der Meeresklippen kompensieren. Auf Grund der angedeuteten Fak- torenkombination hat vielleicht *Cochlearia* auf den Kalkfelsen Fuss fassen können. Diese Annahme wird gewissermassen durch den Umstand gestützt, dass *Cochlearia* nicht die einzige Litoralpflanze ist, die ich in meinem Unter-

suchungsgebiete auf Kalkstandorten oberhalb der Litoralzone beobachtet habe. Ähnlich verhalten sich u. a. *Sagina nodosa*, *Carex pulchella* und *Agrostis stolonifera* var. *maritima*. Sogar marine Hydrophyten, die im Untersuchungsgebiet sonst obligate Salzwasserbewohner sind, können als Beispiele angeführt werden. *Potamogeton pectinatus* und *jiliformis* wachsen, mit einander vergesellschaftet, in süßwassererfüllten Kalkausstichen auf Limskär in Korpo.

Betreffs des Urkalkes ist zu sagen, dass seine Kalkwirkung eine streng lokale ist. Zwar werden mehrere konkurrenzschwache Arten (sogar *Poa annua* tritt auf dem Kalkinselchen Kälklot unweit Ävensör in Korpo als völlig naturalisierte »Wildpflanze« auf) und Xerophyten vom Urkalke deutlich begünstigt, aber für die Mesophyten spielen die Kalkfelsen und -Adern eine sehr unbedeutende Rolle, falls nicht die Oberflächenskulptur so beschaffen ist, dass tiefere Humusschichten sich bilden können, und dass das Niederschlagswasser sich in solchen schalenförmigen Vertiefungen ansammeln und als kalkführendes Grundwasser wirken kann. Nur ein einziges wirklich schönes Beispiel kenne ich aus Korpo: die kleine kalkreiche Insel Hummelskär nördlich von Lövskär. Verschiedene Ligniden (u. a. *Ribes alpinum*, *Rosa villosa*, *glauca* und *canina*, *Prunus padus*, *Rhamnus cathartica*, *Daphne*, *Fraxinus* und *Lonicera xylosteum*) bilden hier dichte Haingebüsche, in deren Schatten zahlreiche Kräuter wuchern, z. B. *Luzula pallescens*, *Allium scorodoprasum* und *oleraceum*, *Polygonatum multiflorum*, *Paris*, *Urtica dioeca*, *Moechringia trinervia*, *Melandrium dioecum*, *Actaea*, *Agrimonia eupatoria*, *Geranium silvaticum*, *Hypericum hirsutum* und *maculatum*, *Viola riviniana* und *montana*, *Epilobium montanum*, *Satureja vulgaris*, *Origanum*, *Scrophularia*, *Adoxa* und *Taraxacum praestans*. Auf dem Kalkdetritus in offener Lage gedeihen u. a. *Woodsia*, *Allium oleraceum*, *Cerastium semidecandrum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cardamine hirsuta*, *Draba verna*, *muralis* und *incana*, *Arabis hirsuta*, *Saxifraga tridactylites*, *Potentilla Crantzii*, *Geranium lucidum*, *Epilobium collinum*, *Cynanchum*, *Myosotis collina*, *Veronica arvensis*, *Plantago lanceolata*, *Trimorpha acris*, *Artemisia campestris* und *Taraxacum laetum*. Dass dieser Artenreichtum durch die Anwesenheit von Kalk bedingt ist, ist klar. Man braucht nur das Grausteingebiet derselben Insel zu betreten, um eine beträchtlich reduzierte Artenzahl zu konstatieren.

Die streng lokalisierte Wirkung des Urkalkes geht mit schärfster Deutlichkeit hervor, wenn eine Wiese oder eine Böschung an den Kalkfelsen stösst. Der Kalkfelsgrund steht mit seiner charakteristischen Flora in scharfem Gegensatz zur Pflanzenwelt der angrenzenden Böden, wo  $\pm$  triviale Arten die Pflanzendecke konstituieren. Man verspürt gar keine Kalkwirkung mehr (wenn nicht Kalkdetritus in irgend einer Weise den Oberflächenschichten beigemischt ist).

Die Löslichkeitsverhältnisse des kristallinen Kalksteines sind im allgemeinen ungünstig. Ganz anders verhält sich in dieser Hinsicht der silurische Kalk, der jedoch in meinem Untersuchungsgebiet sehr selten als Beimischung der Moräne auftritt. Die einzige Stelle, wo bisher mit Säuren aufbrausende, silurhaltige Moräne nachgewiesen worden ist, ist die weit im Westen isoliert liegende Insel Jungfruskär in Houtskär (WIDAR BRENNER 1930, der gerade auf meine Anweisung hin, die auf die Eigenart der Pflanzendecke der betreffenden Insel gegründet war, Jungfruskär in dieser Hinsicht untersuchte; seine Feststellung des Vorhandenseins von Silurmoräne auf Jungfruskär bestätigte somit meine Annahme). Bisher sind für Jungfruskär nicht weniger als 185 Laubwiesenarten festgestellt worden (ich operiere aus praktischen Gründen mit demselben Artenmaterial wie PALMGREN 1915—1917 und 1921a, obwohl in meinem Untersuchungsgebiet — und auch auf Jungfruskär<sup>1</sup> — einige Arten als Laubwiesenelemente auftreten, die PALMGREN (1915—17, 1921a) nicht zur Laubwiesenflora Ålands führt). Eine erneute Untersuchung dürfte diese Zahl nicht unwesentlich erhöhen. Unter bemerkenswerteren Arten auf Jungfruskär mögen u. a. die folgenden angeführt werden (die Reihenfolge dieselbe wie bei PALMGREN 1921 S. 104—113):

<i>Corylus avellana</i>	<i>Agropyron caninum</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Cotoneaster integerrima</i>	<i>Carex dioeca</i>	<i>Actaea spicata</i>
<i>Pyrus malus</i>	<i>Allium scorodoprasum</i>	<i>Ranunculus ficaria</i>
<i>Rosa canina</i>	<i>Polygonatum multiflorum</i>	<i>Lathyrus palustris</i>
<i>R. villosa</i>	<i>Orchis sambucinus</i> cp—	<i>Polygala amarellum</i> cpp
<i>Rhamnus cathartica</i>	cpp	<i>Heracleum sibiricum</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Gymnadenia conopsea</i> cpp	<i>Melampyrum cristatum</i>
<i>Viburnum opulus</i>	<i>Platanthera chlorantha</i>	cp
<i>Milium effusum</i>	<i>Listera ovata</i> cpp	<i>Inula salicina</i>
<i>Molinia coerulea</i>		<i>Arctium vulgare</i>
<i>Briza media</i> cpp		

Obwohl die Insel eine sehr isolierte Lage hat und die Entfernungen von den umliegenden Laubwiesengebieten in allen Richtungen gross sind, hat sich eine farbenstarke, artenreiche und sehr üppige Laubwiesenvegetation entfalten können. Dies ist weder eine Äusserung eines Zufalls noch einwanderungsgeschichtlicher Umstände. Ebenso wenig eine Folge eines günstigeren Klimas. Es ist ganz einfach eine Widerspiegelung der Wirkungen eines guten Bodens, wo die Aziditätsverhältnisse durch das von der silurführenden Moräne absickernde Grund-

<sup>1</sup> Als echte ursprüngliche Laubwiesenelemente treten auf Jungfruskär u. a. folgende Arten auf: *Dryopteris austriaca*, *Poa angustifolia*, *Luzula pallescens*, *Humulus lupulus*, *Urtica dioeca*, *Alliaria officinalis*, *Erysimum hieracifolium*, *Viola montana*, *Pyrola rotundifolia*, *Scutellaria hastifolia*.

wasser vorteilhaft beeinflusst werden. Diese Sache dürfte so klar sein, dass eine weitere Diskussion unnötig ist.

Lehrreich dürfte die Autökologie einer bei uns stark calziphilien (bzw. neutrophilen) Art, *Saxifraga tridactylites*, sein. Es sei gestattet hier eine Darstellung über diese Art einzuschieben, weil wir hier einen sehr schönen Fall haben, der die Bedeutung des Standortes als artenverteilenden Faktor klar hervorhebt.

Von 19 mir bekannten und von mir besuchten Urkalkvorkommnissen innerhalb des Spezialgebietes sind nicht weniger als 16 reiche Lokalitäten für *Saxifraga tridactylites*. Zwei von den übrigen drei sind so klein und ungünstig beschaffen, dass dies einigermaßen das Fehlen der Art verständlich macht. Die dritte Urkalkstelle, Likskär im nordwestlichen Houtskär, wurde wegen Mangel an Zeit nicht derart gründlich untersucht, dass ich für ein dortiges wirkliches Fehlen zu garantieren wage.

Ausser auf den soeben erwähnten Lokalitäten kommt die Art auf einigen anderen Standorten vor, wo ich nicht habe Urkalkstein feststellen können. Auf Kråkskär, wo ich 1919 die Art in einer kleinen Gruppe antraf, konnte ich den Wuchsort 1930 nicht wiederfinden. Jedoch konstatierte ich gerade in demselben Teil der Insel, wo die Art 1919 beobachtet wurde, sehr kleine Adern eines kalkhaltigen Gesteins. Somit besteht auch hier die Wahrscheinlichkeit, dass *Saxifraga tridactylites* auf Kråkskär auf eine eventuelle Kalklinse im Urgestein streng lokalisiert vorkommt. Auf Gloskär, nur einmal 1919 besucht, tritt die Art u. a. mit *Geranium lucidum* auf. Damals war meine Aufmerksamkeit nicht zielbewusst auf die Beschaffenheit des Substrates gerichtet, weshalb ich zur Zeit nicht weiss, ob hier Urkalk vorhanden ist. Möglicherweise treten auf Gloskär Ausläufer der recht naheliegenden Mälöjen-Adern zu Tage. Diese sind in einer Himmelsrichtung orientiert, die eine solche Vermutung als nicht unwahrscheinlich erscheinen lässt. Auf Kälö habe ich die Art (1919) an den Erdrändern eines niedrigen Felsbuckels annotiert, niemals aber wiedergefunden. Die Lokalität ist im Dorf gelegen, und zwar so, dass neutralisierendes Wasser von naheliegenden Gebäuden den Standort beeinflussen kann. Auf Brunskär eine ganz ähnliche Lokalität (spärlich 1924 beobachtet, später nicht aufgespürt) in der Nähe einer Windmühle. Im Erdboden Ziegelsplitter (und vielleicht Mörtel?). Auf Mossaskär südlich von Hjortö spärlich 1916 annotiert. Die Insel ist seitdem von mir nicht besucht, weshalb die Eigenart des Standortes mir unbekannt ist. Merklich ist das Vorkommen auf Vellingskär südlich von Brunskär. Hier tritt die Art streng lokalisiert unter Moosen auf, aber nur da, wo das Regenwasser von einem kleinen Steinhafen herabrieseln kann. Der Steinhafen dient als Vogelsitzplatz und eine Untersuchung ergab, dass die Zwischenräume zwischen den Steinen voller Vogelexkrementen waren, deren Hauptbestandteil zermahlte Schale von *Mytilus* ausmachte. Somit war hier



ein »Kalkstandort« vorhanden. Die pH-Werte waren erwartungsgemäss recht hoch:  $\text{pH} = 5,94-6,16$ . Auf Jurmo an Erdrändern eines Bergabsatzes, streng lokal und spärlich. Kalkstein okulär nicht nachweisbar. Aber die pH-Werte betragen  $5,8-7$ .

Ausserhalb meines Spezialgebietes liegen einige bemerkenswerte Lokaltäten für *Saxifraga tridactylites* vor. Im Kirchspiel Iniö früher von BERGROTH nicht angetroffen, daselbst jedoch von mir 1930 gefunden und zwar auf der Nordseite der Insel Biskopsö, wo kräftige Kalksteinadern die mit lichtem Kiefernwald bestanden Uferfelsen durchsetzen. Im Kirchspiel Brändö (Åland) früher nicht angetroffen. Eine Exkursion, die Mag. B. PETERSSON und ich 1930 nach der im nordnordöstlichsten Teil des Kirchspieles gelegenen kalksteinreichen Insel Norra Harholmen (zu dem Dorf Jurmo gehörend) unternahmen, ergab ganz ungewöhnlich massenhafte Vorkommnisse von *Saxifraga tridactylites*. Im Kirchspiel Kökar (Åland) fanden wir 1930 auf Hellsölandet Kalksteinadern. Auf diesen trat die Art reichlich auf, nicht aber anderswo. — Bemerkenswert sind schliesslich zwei Funde in Süd-Nagu. Auf Berghamn sahen wir 1930 die Art sehr reichlich an Erdrändern um Grausteinbuckel herum sowie in erderfüllten Vertiefungen des Felsuntergrundes. Die Art des Auftretens erinnerte in einer Hinsicht sehr an die oben für Vellingskär beschriebene: nur an solchen Stellen, wo Sickerwasser von einem niedrigen, angrenzenden Hügelchen herabrieseln kann, wächst die Art, nicht aber anderswo in unmittelbarer Nähe. Wir erfuhren später, dass im Hügelchen die Ruinen eines ehemaligen Wohnhauses verborgen waren, somit auch Mörtel der Feuerstätte und des Fundamentes. Dies erklärt auch die Azidität des Wachsbodens:  $\text{pH} = 6,14-6,32$ . Der zweite Fundplatz wurde von uns 1930 auf Kopparholm angetroffen. Hier war eine erderfüllte Vertiefung im Urgestein reichlich mit kräftigen Individuen von *Saxifraga tridactylites* bestanden. Der Humus war schwarz und locker und zeigte den erstaunend hohen Wert  $\text{pH} = 7,35$ , während der Humus in unmittelbar benachbarten Vertiefungen, wo die Art nicht vorkam, bräunlich und sauer war ( $\text{pH} = 5,6$ ).

Das oben angeführte genügt. Daraus geht hervor, dass *Saxifraga tridactylites*

1:o an kalkhaltige (bzw.  $\pm$  stark neutralisierte) Standorte gebunden ist,  
2:o regelmässig an geeigneten, oft isoliert liegenden »Kalkstandorten« auftritt, während sie in den Zwischenräumen fehlt und somit die regionalfloristische Bedeutung des Standortes zum Vorschein bringt.

Dass die Art in den westlicheren Teilen Ålands eine recht hohe Frequenz hat und unabhängig von etwaigen Urkalkvorkommnissen auftritt ist leicht zu erklären. Sie kommt daselbst (wie ich persönlich habe beobachten können), an den Rändern von Felsenplatten und Felsbuckeln etz. vor. Diese werden aber vom Sickerwasser der silurischen Moräne überrieselt und erhalten dadurch

die Eigenschaften wahrer »Kalkstandorte«. Dazu kommt noch die Zufuhr kalkhaltigen Staubes von den Äckern, Landstrassen u. s. w., ein Umstand, den u. a. ALMQUIST (S. 410) für Uppland hervorhebt, der aber auch für Fasta Åland gelten dürfte.

Recht ähnlich verhält sich das feuchtliebende *Ophioglossum vulgatum*. In meinem Spezialgebiete ist die Art ausschliesslich an Meeresufer (suprasalin) gebunden, in Åland kommt sie auch ausserhalb des Litoralgebietes auf feuchterem Laubwiesenboden vor (PALMGREN 1915—17, S. 189). Die Ursache dazu ist ohne Zweifel im ersten Falle die neutralisierende Wirkung des Meerwassers, im zweiten die des Wassers der silurführenden Moränen, welches die niedrigeren Böden mancherorts auf Åland bewässert und ihnen eine neutrale Bodenreaktion verleiht. Das Verbreitungsbild des *Ophioglossum* auf Åland einerseits und im östlich davon liegenden Korpo-Houtskär-Gebiete andererseits ist somit ganz verschiedenartig, aber diese Verschiedenheit ist in einfacher Weise zu erklären: *sie ist durch die verschiedenartige Verteilung der neutralen Wiesenböden kausal bedingt*. Auch in Korpo-Houtskär gibt es äusserlich ganz ähnliche, ausserhalb der Litorale liegende Laubwiesenböden wie auf Åland, aber sie sind von saurer Reaktion, und deshalb dürfte man vergebens auch in der Zukunft *Ophioglossum* auf solchen Böden suchen, solange die Azidität unverändert bleibt oder noch grösser wird. Ich werde weiter unten das eben angedeutete Thema ausführlicher entwickeln (vgl. S. 74—79).

In der Flora des Spezialgebietes bilden die s. g. Laubwiesenarten (im Sinne PALMGREN's aufgefasst) ein hervortretendes Pflanzenkontingent. Unter diesen Laubwiesenelementen gibt es mehrere Ubiquisten. Die Ursachen ihrer ubiquistischen Verbreitung sind schon früher (S. 40—41) klargelegt worden, weshalb diese Arten in der unten folgenden Diskussion unberücksichtigt bleiben. Hier sei nur erwähnt, dass unter den häufigsten Arten meines Spezialgebietes (S. 24—25 aufgezählt) 75 Arten Laubwiesenelemente sind. Von den Arten des Verbreitungstypus B (im Nordgebiet hochfrequent, gegen Süden sehr schnell selten werdend) ist die Hauptmasse Laubwiesenarten. Unter den 169 auf das Nordgebiet beschränkten Arten sind nicht weniger als 88 oder 52 % Laubwiesenarten, von denen recht zahlreiche als  $\pm$  fordernd angesehen werden müssen. *Sie bevorzugen ganz entschieden neutralere Böden*, mehrere von ihnen sind Bewohner eines milden, lockeren Humus. Es ist eine Tatsache, die aus den pH-Werten ihrer Rhizosfären hervorgeht. Eine nicht weniger bedeutungsvolle Tatsache ist, *dass im Zwischengebiet, wo diese Arten fehlen, das Erdreich saurer ist* (Fig. 15). Auch hier gibt es genügend grosse Inseln mit dem Nordgebiet äusserlich ähnlichen Wiesenhügeln, Laubwäldern und Feuchtwiesen. *Aber rund 30 % der ganzen Laubwiesenflora meines Spezialgebietes sind hier nicht gefunden worden und wenigstens rund 20 % der übrigen weisen hier eine schroff gesunkene Frequenz auf*. Es ist somit eine ausserordentliche Reduktion



der Laubwiesenartenzahl von Norden gegen Süden vorhanden. Diese Reduktion kann unmöglich durch einwanderungsgeschichtliche Umstände erklärt werden. Das Zwischengebiet hat eine sehr gute »Exposition für die Bewachsung« (PALMGREN) sowohl gegen das artenreiche Nordgebiet als gegen das ebenso artenreiche Kökar und ferner gegen die Ostsee und Ostbaltikum. Sehr be-

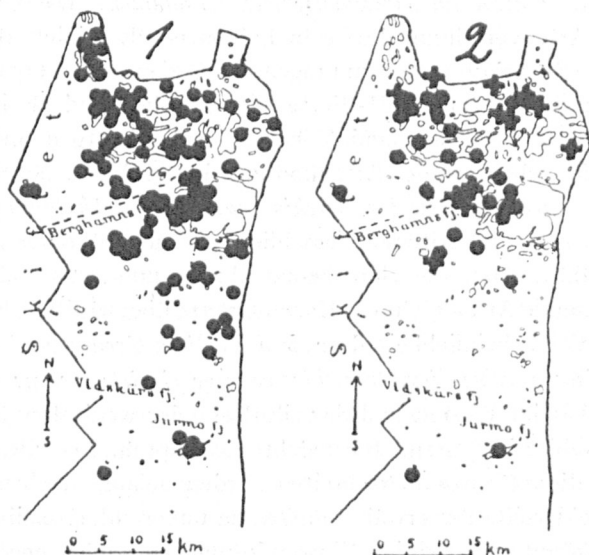


Fig. 15. 1. Verteilung innerhalb des Spezialgebietes derjenigen Punkte, wo Bodenproben der Rhizosphären zwecks pH-Bestimmungen genommen worden sind. 2. Fundplätze für Wiesen- und Hainhumus von pH = 6 oder > 6 (●). Nur Lokalitäten beträchtlicher Ausdehnung berücksichtigt. Rein lokale, winzige Vorkommnisse sind weggelassen worden. Bemerkenswertere Kalksteinvorkommnisse = +. Die Artenreichsten Gebiete sind in denjenigen Gegenden gelegen, wo auf der Karte die Zeichen ● und + angehäuft sind.

merkwürdig ist noch, dass im Südgebiet, obwohl hier die den Laubwiesenelementen geeigneten Böden sehr bescheidene Areale einnehmen, einige Arten wieder auftreten, die im Zwischengebiet zu fehlen scheinen (*Avena pratensis*, *Carex dioeca*, *C. flava*, *C. hirta*, *Cerastium glutinosum*, *Silene nutans*, *Draba muralis*, *Fragaria viridis* und ferner, obwohl nicht Laubwiesenelemente so jedoch  $\pm$  fordernd, *Catabrosa*, *Carex elongata*, *C. polygama*, *Stellaria crassifolia* u. a.). Nehmen wir noch die mir bekannten Gegenden von dem östlich vom Zwischengebiet gelegenen Süd-Nagu in Betracht, kommen dort u. a. folgende im Zwischengebiet nicht angetroffene Arten vor: *Polygonatum multiflorum*, *Allium scorodoprasum*, *Humulus*, *Cerastium glutinosum*, *Silene nutans*, *Actaea*,

*Anemone hepatica*, *Alliaria*, *Draba muralis*, *Pyrus malus*, *Crataegus monogyna*, *Fragaria viridis*, *Alchemilla pastoralis*, *Trifolium montanum*, *Vicia tetrasperma*, *Geranium silvaticum*, *Acer platanoides*, *Daphne*, *Rhamnus cathartica*, *Melampyrum cristatum*, *Lonicera*. Somit steht die merkliche Tatsache da, dass das Zwischengebiet ringsum von Schärenhöfen umgeben ist, wo forderndere Arten auftreten, die aber nicht im Zwischengebiet vorkommen. Die Ursache dieser augenfälligen Artenverteilung dürfte in hohem Grade in den Bodenverhältnissen liegen. Die Aziditätsbestimmungen der Bodenproben ergaben, dass im Südgebiet (Jurmo, Utö) die pH-Werte wieder höher sind als im Zwischengebiet. So auch in Süd-Nagu und Kökar. Für das letztgenannte Kirchspiel könnte man dies schon aus der Artenkomposition auslesen. Solche Arten wie z. B. *Sesleria*, *Carex diversicolor*, *Orchis masculus*, *Cephalanthera longifolia* u. a. sind auf unseren Latituden ausschliesslich auf kalkreiche,  $\pm$  neutrale Böden beschränkt. Dass die vier obenerwähnten und auch mehrere andere, in Kökar wachsende Arten nicht die Korpo-Grenze überschritten haben, beruht mit grösster Wahrscheinlichkeit darauf, dass diese Grenze zwei bezüglich der Bodenverhältnisse durchgreifend verschiedenartige Gebiete trennt: das offenbar silurreiche Kökar im Westen und das silurlose oder wenigstens äusserst silurarme Korpo-Gebiet im Osten. Ich möchte behaupten, dass diese calziphilien Arten niemals diese Grenze überschreiten werden, solange die heutigen Bodenverhältnisse beiderseits der erwähnten Grenze unverändert bleiben.

Vielleicht könnte man einige Einwände machen wollen gegen meine Behauptung, dass die Konzentration der anspruchsvolleren Laubwiesenarten im Nordgebiet hauptsächlich auf dem dortigen Vorhandensein besserer Böden beruht. Man könnte beispielsweise fragen: Stellt nicht das maritimere Klima Hindernisse dar, die einigermaßen die reduzierte Artenzahl im Südgebiet verständlich macht? Sind nicht die Inseln des Nordgebietes auf Grund der gegen Norden schneller vorsichgehenden säkularen Landhebung älter und deswegen während längerer Zeiträume einer Diasporenaussaat ausgesetzt worden? Konnten nicht die Pflanzen während ihrer Ausbreitung über das südwestfinnländische Schärenmeer einen Umweg über diese älteren und dichter gelegenen Inselbrücken nehmen, ohne noch Zeit genug für das Vorrücken in südlicher Richtung gehabt zu haben?

Die erste Frage kann sofort verneint werden. Im Südgebiet sowie in Süd-Nagu kommen mehrere von den Arten des Nordgebietes vor, obwohl hier (im Südgeb.) ein noch maritimere Klima herrscht als im Zwischengebiet und auf den draussen in der Ostsee gelegenen Inseln Idö, Lindö und Husö in Kökar gedeiht eine ungewöhnlich üppige Laubwiesenvegetation, worin die meisten der Arten des Nordgebietes vorkommen.

Die zwei übrigen Einwände müssen auf Grund folgender Tatsachen fallen:

1. Die Laubwiesenarten des Nordgebietes sind nicht willkürlich hin und

wieder über das ganze Nordgebiet verbreitet, sondern weisen zwei Anhäufungszentra auf, das eine in Houtskär, nördlich von den Hauptinseln und südlich vom Äpplö-Archipel, das andere die West- und Nordwestseite von Korpo Kyrkland sowie Finnö und umliegende Inseln wie auch den Schärenhof nördlich der Nordgrenze des Zwischengebietes umfassend. Diese Anhäufungszentren fallen im grossen und ganzen mit den bemerkenswerteren Vorkommnissen eines neutraleren Humus zusammen (vgl. Fig. 15, S. 51).

2. Innerhalb der oben angegebenen Anhäufungszentren treten auch trivialere Inseln auf, deren Flora stark an die des Zwischengebietes erinnert. Somit wechseln gute Böden mit schlechten Böden ab, wodurch die Standortsextreme in klarster Weise ihre lokalen aber durchgreifenden Einflüsse auf die Komposition der Flora dokumentieren können.

3. Es gibt mancherorts im Nordgebiet hohe und somit alte Inseln mit ausgedehnten Laubwiesenflächen, Haselwäldern, Wiesenhügeln und Feuchtböden und dennoch fehlen zahlreiche von den fordernderen Arten auf diesen Inseln. Ich verweise nur auf die Karten S. 29—36. Die Verbreitungskarte von *Corylus* zeigt, dass die Hasel ziemlich gleichförmig über das Nordgebiet verteilt ist. Man könnte demgemäss a priori erwarten, dass die meisten Arten, die gern in *Corylus*-Hainen wachsen, wenigstens annähernd dieselbe Verbreitung wie die Haselhaine hätten. So ist aber tatsächlich nicht der Fall. Und dies ist nicht so erstaunlich. *Ausserlich können zwar die Haine einander vollkommen ähnlich sein.* Nur ihre Artenzahl ist verschieden. Warum? *Weil der Humus der artenreicheren Haine beträchtlich neutraler ist als der Humus derjenigen mit einer trivialeren Bodenflora.* Ich habe früher eine solche Annahme bezüglich des Anhäufungszentrums in Houtskär ausgesprochen: »Man bekommt ganz bestimmt den Eindruck, dass in diesen Gegenden das Erdreich qualitativ besser als in den benachbarten Schärengenden ist und dass die Buntheit und Üppigkeit in Kausalität mit der Bodenbeschaffenheit zu bringen ist.» (EKLUND 1929c S. 32). Die pH-Werte später genommener Bodenproben haben die Richtigkeit dieser Vermutung bestätigt. (Einige Beispiele bei EKLUND 1930. Nunmehr liegen weitere Belege aus Kökar, Houtskär, Korpo und Süd-Nagu vor: das unveröffentlichte pH-material B. PETERSSON's; vgl. auch W. BRENNER 1930.) Mit erstaunlicher Präzision spiegelt die Artenzahl und die Artenkomposition die Bodenverhältnisse ab.

4. In den südwestlichsten Gegenden des Nordgebietes (d. Kälö-Archipel, Berghamn und Jungfruskär) herrschen gleichartige maritime Verhältnisse wie z. B. im Brunskär-Archipel gleich südlich von der Südgrenze des Nordgebietes. Die Mannigfaltigkeit verschiedener Standorte in den beiden betreffenden Archipeln steht in ähnlicher Weise der Pflanzenwelt zu Gebote. Die Höhenverhältnisse sind gleich. Aber welcher Unterschied besteht nicht zwischen den Floren dieser zwei Gebiete! Während in jenem Gebiete edle

Laubbäume, *Cotoneaster*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus spinosa* und zahlreiche Kräuter wie z. B. *Allium scorodoprasum*, *Polygonatum multiflorum*, *Orchis sambucinus*, *Gymnadenia conopsea*, *Anemone ranunculoides*, *Ranunculus cassubicus*, *Alliaria*, *Draba muralis*, *Polygala amarellum*, *Laserpitium latifolium*, *Melampyrum cristatum*, *Plantago media*, *Campanula trachelium*, *Inula salicina*, *Arctium vulgare* u. a. angetroffen werden, späht man in der Brunskär-Gegend (wie im ganzen Südgebiet) vergebens nach diesen Arten. Nur die Esche bildet auf Brunskär: Bärskär einen hübschen Bestand (Bärskär grenzt jedoch unmittelbar an das Nordgebiet) und ist in vereinzelt Individuen auf Aspö: Murskär (= Långlandet) sowie auf Vidskär gefunden worden (siehe die Verbreitungskarte über *Fraxinus* Fig. 8 S. 31 und bemerke die kolossale Anhäufung im artenreichen Gebiet nördlich der Hauptinseln in Houtskär). Es wäre gewiss ein Fehler die nun angeführten Tatsachen auf andere Ursachen als die standörtlichen zurückzuführen.

5. Innerhalb des artenreichen Inselstreifens, der vom Archipel nördlich von Houtskär: Svinö und südlich von Äplö über Lempnäs-Sördö-Nätöholm-Gebiet und Storö-Lillö-Hasselholm (= Hallsholm) bis Hevonkak und Hevoslot im nördlichsten Korpo verläuft, haben folgende Arten ihre einzigen bekannten Vorkommnisse in meinem ganzen Spezialgebiete: *Carex caespitosa*, *Allium ursinum*, *Crataegus curvisepala*, *Viola mirabilis*, *Hippophaë rhamnoides*, *Primula farinosa* und, wenn wir das kalkreiche Åvensör-Kälklot-Gebiet (das eigentlich die Lücke zwischen Storö und Hevonkak einigermaßen ausfüllt) beachten, *Asplenium ruta muraria*, *Coeloglossum viride*, *Eupatorium cannabinum* und *Centaurea scabiosa*. Zahlreiche Laubwiesenarten erreichen im betreffenden streifenähnlichen Gebiet extreme Frequenzmaxima, ganz besonders *Orchis sambucinus*, der hier nicht weniger als 24 Massenvorkommnisse hat, wo er in tausenden von Individuen wuchert, während beiderseits des erwähnten Gebietes nur spärliche Vorkommnisse oder vereinzelt Exemplare gefunden worden sind. Vergleiche die Karten (S. 33) über *O. sambucinus* und den ausbreitungsbiologisch gleichwertigen *O. maculatus*, der eine grosse Standortsamplitude hat! Entschiedene Frequenzmaxima innerhalb des *Orchis sambucinus*-Gebietes zeigen ferner z. B. *Milium*, *Polygonatum multiflorum*, *Listera ovata*, *Actaea*, *Ranunculus ficaria*, *Dentaria*, *Epilobium montanum*, *Heracleum*, *Glechoma*, *Stachys silvaticus*, *Adoxa* u. a. Ausserdem kommen hier mehrere sonst  $\pm$  seltene bis sehr seltene Elemente vor, z. B. *Agropyron caninum*, *Carex dioeca*, *Neottia nidus avis*, *Stellaria holostea*, *Anemone ranunculoides*, *Draba muralis*, *Crataegus monogyna*, *Alchemilla plicata*, *Geranium lucidum*, *Polygala amarellum*, *Daphne*, *Arctium vulgare*.

6. Nur innerhalb des obengenannten Gebietes sind Aziditätsverhältnisse des Hain- und Wiesenhumus festgestellt worden, die die hohen Werte pH

6,85—7,2 erreichen (Humus- und Detritusaziditäten der Kalkfelsen nicht berücksichtigt).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Auftreten schöner, üppiger und besonders artenreicher Laubwiesen innerhalb scharf begrenzter Kleingebiete im Nordgebiet und hier besonders in Houtskär von den dortigen lokalen Bodenverhältnissen kausal bedingt ist. Die Verschlechterung des Erdreichs gegen Süden geht Hand in Hand mit einer ausserordentlich schnellen Verarmung der Laubwiesenflora in derselben Himmelsrichtung. Bezüglich dieser Verarmungserscheinung dürfte die Erklärung kaum in Zeit-, Einwanderungs- oder Entfernungsursachen liegen, denn eine der Grundprämissen für derartige Spekulationen ist die Konformität der Standorte und der Lebensbedingungen in demjenigen Gebiet, innerhalb dessen Grenzen die erwähnten Faktoren (die Zeit, die Einwanderung, die Entfernung) ihre Wirkungen zum Vorschein bringen sollen. Dass eine Konformität der Standorte in meinem Untersuchungsgebiete gar nicht herrscht, ist u. a. durch die Aziditätsbestimmungen bewiesen worden. Im übrigen liefert die Pflanzenwelt selbst einen genügend deutlichen Beweis. Denn offenbar ist, dass weder die Zeit noch die Ausbreitungsvorgänge oder die Entfernung selektiv wirken. Dies wäre jedoch der Fall, wenn man das Fehlen aller anspruchsvollen Arten im Zwischengebiet und ihre Anhäufung in gewissen Gegenden des Nordgebietes durch andere Faktoren als die Heterogenität der Standorte zu erklären versuchte.

Es sei betont, dass ich keineswegs behaupten will, dass mehrere von den anspruchsvolleren Arten des Nordgebietes im Erdreich des Zwischengebietes nicht fortkommen könnten. Ohne Konkurrenz mit anderen Pflanzen wäre dies wahrscheinlich in vielen Fällen möglich. Aber im Kampfe ums Dasein müssen eutrofore und neutrophilere Arten auf nahrungsrärmeren und saureren Böden von oligotroferen und azidophileren oder weitamplitudischen Elementen verdrängt werden. Umgekehrt finden die neutrophilen oder, wie man oft sagt, die calziphilien Arten auf kalkreichen oder neutraleren Böden optimale Lebensbedingungen und werden deswegen den azidophilen gegenüber konkurrenzkräftig. Aber auch die weitamplitudischen gedeihen hier gut. Somit stellt sich die Artenzahl höher. (Vgl. über Heliophilen S. 67).

Die Meeresuferarten werden am besten im Zusammenhang mit ihrer Verbreitung innerhalb des ganzen Schärenmeeres behandelt (vgl. S. 93). Nur für *Salicornia herbacea* mag hier als Beispiel die Bedeutung des Standortes hervorgehoben werden. Die Art ist wie bekannt eine typische Halophyt, die so hohe Salinitätsansprüche hat, dass sie an den Ufern der nördlichen Ostsee nicht gedeihen könnte, falls nicht die Salinität dank speziellen physikalischen Eigenschaften des Substrates erhöht würde. — Die Art kommt bei uns nur auf salinen Barflecken in niedrigen Uferwiesen vor, wo der Boden lehmig-sandig ist. Nach den Salzwasserirrigationen kann das Wasser nicht vom

undurchlässigen Substrat aufgesogen werden, sondern muss verdunsten, wodurch hohe Salinitätswerte erreicht werden. In meinem Untersuchungsgebiet sind mir nur drei wirklich günstige *Salicornia*-Lokalitäten (typische »Skonor« des schwedischen Sprachgebrauchs) bekannt: auf Ävensör und Maskinnamo im nördlichsten Korpo und auf Jungfruskär in Houtskär. An allen drei Lokalitäten ist *Salicornia* angetroffen worden. Die Art ist ohne Zweifel vom Süden ins Schärenmeer Südwest-Finnlands eingewandert. Aber obwohl die Süd- und Zwischengebiete bezüglich der Art eine viel bessere Exposition für die Bewachsung haben, fehlt sie dort, aber tritt im Nordgebiet sofort hinter allen diasporenauffangenden Inselschwärmen des südlicheren Schärenhofes auf, wo nur die typischen Standorte zu finden sind. Die geographische Verbreitung dieser Halophyt dürfte somit durch einen edaphischen Faktor kausal bedingt sein. Siehe näher S. 100 und S. 103—104.

#### Einwanderungsgeschichtlich bedingte Artenverteilung.

Die Frage nach den Ausbreitungsmitteln der Pflanzen sowie der Effektivität der Diasporenausbreitung ist natürlich eine in genetisch-floristischer Hinsicht überaus wichtige. Denn primär ist ja jedes Pflanzenvorkommen auf eine Diasporenankunft zurückzuführen. Trotzdem sind in der Literatur unseres Landes Werke, wo Einwanderungs- und Ausbreitungsfragen behandelt werden, nur spärlich vertreten. Von solchen Arbeiten seien erwähnt z. B. LINDBERG (1909), FLORSTRÖM, CAJANDER (1914 und 1921, ferner in *Metsänhoidon perusteet* I, 1916, S. 573—583 eine klare, kurzgefasste Darstellung der Ausbreitungsart der Pflanzen). Ganz speziell hat bei uns PALMGREN der Einwanderungsfrage Aufmerksamkeit gewidmet (1921a, 1927x sowie in zahlreichen kleineren Berichten 1925—1927, vgl. d. Literaturverz.). Ferner habe ich in einigen kleinen Schriften (1921d, 1927—1929, 1931d) solche Fragen berührt. In seiner Arbeit über die Laubwiesen Süd-Nylands hat CEDERCREUTZ auch ausbreitungsbiologische Umstände berücksichtigt. Sonst finden wir über diesbezügliche Verhältnisse nur zerstreute, kleine Notizen (vgl. z. B. HIDÉN 1927, KUJALA 1927, LUTHER, OLSONI 1927, PUOLANNE 1927a, VALLE 1927 betr. der Gattung *Nymphaea*, u. a.). Fast alle die obenerwähnten Arbeiten bauen in bezug auf die Einwanderung der Arten so gut wie ausschliesslich auf ihre jetzigen Verbreitungsareale. Ausnahmen bilden die monographischen Werke von PALMGREN (1912) und KUJALA (1924), wo die Frage von der Ausbreitungsart der betreffenden Pflanzen (*Hippophaë rhamnoides* bzw. *Alnus glutinosa*) erörtert wird. Noch mögen in diesem Zusammenhang die Versuche erwähnt werden, die ich über die Widerstandsfähigkeit mehrerer Diasporen gegen Seesalzwirkungen angestellt habe (1927d und f, 1929a). In der einheimischen Literatur findet man keine einzige ausführlichere Darstellung über die Ausbrei-



tungsvorgänge, die sich in der Natur abspielen, während unser westliches Nachbarland, Schweden, auf diesem Gebiete mehrere Forschernamen aufzuweisen hat, unter welchen SERNANDER den führenden Platz einnimmt.

Alle Artenvorkommnisse innerhalb meines Spezialgebietes sind selbstverständlich primär auf eine geschehene Einwanderung zurückführbar, aber in den meisten Fällen ist nach der Einwanderung so lange Zeit verfloßen, dass die heutige Verbreitung keine sicheren Schlüsse über die Herkunft der einzelnen Art erlaubt. Dies gilt ganz besonders für die Ubiquisten. Zeitlich gesehen hat einst ihr räumliches Verbreitungsbild ganz gewiss — wenigstens innerhalb eines Schärenhofes — die Züge eines Ausbreitungsinitiums gezeigt. Sie sind mit anderen Worten einmal seltene Arten gewesen, was nicht hindert, dass vielleicht manche nun ubiquistische Art gleichzeitig mit einer noch heute seltenen Pflanze in ein gewisses Gebiet angelangt ist.

Oft kann der Ubiquismus bzw. die Seltenheit oder überhaupt die regionale Verbreitung einer Art innerhalb eines Gebietes in ursächlichen Zusammenhang mit den im betreffenden Gebiet herrschenden Lebens- und Vermehrungsbedingungen der Arten gebracht werden. Es gibt aber Fälle, wo solche Erklärungshilfsmittel versagen. Im Spezialgebiete treten eine nicht unbedeutende Anzahl Arten auf, deren heutige Verbreitungsverhältnisse eine unvollendete Ausbreitung wiederzuspiegeln scheinen. Die Problemstellung gehört zu den schwierigsten und unsichersten in der Pflanzengeographie. Es scheint daher angebracht einige von den meiner Ansicht nach klarsten Fällen auszuwählen und jede Art kurz zu kommentieren. Hier werden keine Litoralpflanzen behandelt. In bezug auf diese verweise ich auf die Seite 93.

*Calamagrostis purpurea*. In Mischwäldern und Haselhainen im nordöstlichen Teil des Spezialgebietes vorkommend (Karte S. 35). Besonders auf Maskinnamo gemein und massenhaft. Es scheint wahrscheinlich, dass auch *Calamagrostis arundinacea*, deren Verbreitung grosse Ähnlichkeit mit *C. purpurea* hat, eine einwanderungsgeschichtlich bedingte Verbreitung aufweist. Die beiden Arten dürften in Ausbreitung begriffen sein. Substratisch kann ihre Verbreitung unmöglich erklärt werden, auch kaum klimatisch. Die wichtige Tatsache, dass die beiden Arten im Nordosten mächtige Vorkommnisse haben und weiter südlich zerstreute und nur spärliche und engbegrenzte Ansiedlungen aufweisen, deutet recht bestimmt darauf, dass man mit Ausbreitungsinitien zu tun hat. Möglicherweise sind die beiden *Calamagrostis*-Arten Vertreter eines Pflanzenkontingentes, das vom Festlande Finnlands ausgehend ins Schärenmeer eindringt.

*Catabrosa aquatica* und *Stellaria crassifolia* (var. *brevifolia*). Diese beiden Arten können am besten einer kollektiven Besprechung unterworfen werden. Sie kommen mit einander vergesellschaftet auf der sumpfigen Südküste der Insel Jurmo (Korpo) massenhaft vor. Für *Catabrosa* ist Jurmo der einzige

Fundplatz im ganzen Südwest-Finnland, für *Stellaria crassifolia* var. *brevifolia* der einzige in Finnland. Der Standort scheint die grösste Ähnlichkeit mit den von VALLIN und HOLMGREN aus Hallands Väderö (Südschweden) beschriebenen Tangäyja-Tangmull-Standorten zu haben und ist im ganzen mir bekannten Schärenhofs Südwest-Finnlands einzig dastehend. Die betreffende Strandebene ist versumpft und von landeinwärts gelegenen Quellen unaufhörlich bewässert. Von hervortretenderen Moosen seien u. a. erwähnt *Fontinalis antipyretica* und *Scorpidium scorpioides* (in den Tümpeln) und *Philonotis fontana* (reichl. Sporogon.), *Campylium stellatum*, *Acrocladium cuspidatum* und *Chomocarpon quadratus*. Auf einer durchaus ähnlichen Lokalität beobachtete ich *Catabrosa* und *Stellaria crassifolia* var. *brevifolia* auf der Südküste der Halbinsel Dagerort auf Dagö (Festland). Hier kommen ausserdem viele andere auch auf Jurmo angetroffene Arten vor, z. B. salin *Sagina maritima* und *Juncus ranarius*. Ferner geht auf Dagö ganz wie auf Jurmo die versumpfte Uferebene landeinwärts in einen Schwarzerlenbruchwald über, wo bemerkenswert viele gemeinsame Arten beobachtet wurden (z. B. *Dryopteris cristata*, Schattenformen von *Stellaria crassifolia*, *Circaea*, *Solanum dulcamara* u. a.). Wieder ein Zeugnis davon, dass spezifische Standorte oft eine spezifische, gleichartige Pflanzendecke ausbilden und dass die Diasporenaussaat eine effektive sein muss.

Dass *Catabrosa* und *Stellaria crassifolia* nach Jurmo von Ostbaltikum her (und vor allem kommt die westestländische Inselwelt, u. a. Dagö in Betracht) gekommen sind, scheint sehr wahrscheinlich. Die Meeresströmungen haben einen auffallend günstigen Verlauf (vgl. näher S. 95) und die Diasporen der beiden Arten dürften für eine Ausbreitung durch die Meeresdrift gut ausgerüstet sein. Betreffs *Catabrosa* ist dies experimentell von mir festgestellt worden. Aus meinem Versuchsprotokoll mag folgendes angeführt werden:

25 Früchte (+ Spelzen) wurden 16. I. 1928 in Ostseewasser von der Salinität 6,17 ‰ gelegt. Nach einem Monat schwammen nach Umschütteln des Versuchsgefässes 13 Diasporen; 18. II. keimten 2 von den gesunkenen und eine von den schwimmenden. Bis 20. V. keimten im ganzen 17; die Keimpflanzen waren 15. VI. alle am Leben, 1—1,5 cm lang, mit mehreren Blättern und gut ausgebildeten Wurzeln versehen. Noch 14. VIII., wo 4/5 des Wassers verdunstet war, waren 2 am Leben. Keimung im ganzen 68 %.

Dass die zwei Arten gerade auf dem speziell günstigen Jurmo-Standort auftreten aber nicht anderswo im Schärenhofs Südwest-Finnlands, macht die Annahme wahrscheinlich, dass ihre Diasporenfrequenz in der Meeresdrift nicht ganz niedrig sein dürfte, dass aber die ungünstige Beschaffenheit der Ufer des Schärenmeeres eine häufigere Kolonisation verhindert. Ihre heutige regionale Verteilung daselbst lässt somit die Bedeutung des Standortes als artenverteilenden Faktor zum Vorschein kommen.



*Carex gracilis*, *ericetorum*, *polygama*, *flava* und *hirta* sind in meinem Untersuchungsgebiet sehr selten, indem sie, mit Ausnahme der *Carex ericetorum*, nur je ein Vorkommen in Korpo haben. *Carex flava* wurde im Jahre 1918 äusserst spärlich auf Utö gefunden, ist aber seither niemals wiedergefunden. Von woher die Art zufällig nach Utö gekommen war, ist unmöglich zu sagen. — *Carex gracilis* ist nur auf Huvudskär nahe Jurmo an einem supralitoral Geröllufer angetroffen worden. Hier bildet sie einen reinen, einige Quadratmeter grossen, sehr üppigen Bestand. Der ungewöhnliche Standort scheint für eine Fernausbreitung zu sprechen, die wahrscheinlich durch die Meeresdrift zustande gekommen sein dürfte. In Betracht des günstigen Verlaufes der Meeresströmungen ist es gar nicht unwahrscheinlich, dass die Art von der ostbaltischen Inselwelt gekommen ist. (An der Südküste der Dagerort-Halbinsel sah ich die Art.) — Betreffs *Carex ericetorum* ist es zur Zeit schwierig zu sagen, von wo her die Art nach Korpo gekommen ist. PALMGREN nimmt die Art für Åland gar nicht auf. In Korpo kommt die Art sehr reichlich auf Finnö vor und ganz spärlich auf der naheliegenden Insel Kåldersö, wohin sie mit grösster Wahrscheinlichkeit in verhältnismässig später Zeit von Finnö übergesiedelt ist. Das Finnö-Vorkommen ist offenbar alt. Dafür spricht ganz bestimmt das dortige Massenauftreten der Art. Die Bodenverhältnisse auf Finnö sind der Art günstig, aber die Standortsfaktoren können unmöglich allein das Fehlen der Art im übrigen Teil meines Untersuchungsgebietes erklären. Dass in erster Hand Einwanderungseigentümlichkeiten hier mitgespielt haben, wird auch dadurch wahrscheinlich, dass die Art, obwohl sie von Kalk begünstigt ist (vgl. z. B. ALMQUIST S. 522; ferner in Ostbaltikum verbreitet), auf Åland zu fehlen scheint. Ehe Schlüsse über eventuelle Einwanderungswege nach Korpo gezogen werden können, müssen die Schärengegenden zwischen Korpo und der Südwestecke Finnlands floristisch genauer erforscht werden. Es ist möglich, dass die Art ein festländischer Einwanderer in Korpo ist und somit auch in den östlich davon liegenden Schärengebieten anzutreffen ist. Wird es sich dagegen in der Zukunft zeigen, dass die Art hier nicht vorkommt, scheint es mir sehr möglich, dass sie von Ostbaltikum her direkt gekommen ist. Jedoch besteht natürlich ebenso grosse Wahrscheinlichkeit, dass sie vom finnländischen Festlande akzidenziell ausgebreitet wäre. Auf jeden Fall steht fest, dass ihr heutiges Vorkommen auf eine relativ rezente Einwanderung deutet. — *Carex polygama* dürfte (wenigstens in Südwest-Finnland) eine calziphile Art sein. Auf Åland fällt ihr Verbreitungsareal mit dem Areal vieler Calziphilien zusammen und die Art hat dort demgemäss eine westliche Verbreitung. Kommt in Korpo nur auf Huvudskär nahe Jurmo innerhalb eines Schwarzerlenuferwäldchens auf Torfhumus (pH = 5,3) spärlich vor. Da *Carex polygama* in Ostbaltikum (wo sie u. a. auf Wormsö weit verbreitet ist sowie auf Dagö und Ösel nach brieflicher Mitteilung von Herrn

mag. phil. K. EICHWALD mancherorts gefunden worden ist) scheint es möglich, dass sie vom Süden direkt (möglicherweise hydrochor) nach der auf niedrigem Niveau liegenden Lokalität auf Huvudskär gekommen wäre. Ein endozoischer Transport ist auch nicht ganz unwahrscheinlich (vgl. näher was unter *Fagaria viridis* S. 63 geschrieben ist). — Bezüglich *Carex hirta*, die ganz wie *C. polygama* im ostländischen Schärenhofe zu fehlen scheint, dürfte eine hydrochore Ausbreitung von der ostbaltischen Inselwelt, wo die Art recht häufig zu sein scheint, als die wahrscheinlichste betrachtet werden können. Dass so viele südliche Einwanderer gerade im Jurmo-Gebiet zusammentreffen, hängt von der durchaus günstigen Exposition für die Bewachung (im Sinne PALMGREN'S), vor allem durch den Verlauf der Meeresströmungen bedingt, sowie von der Anwesenheit wenigstens recht günstiger Standböden ab. Es scheint mir offenbar, dass auch Diasporen anderer estländischen Arten hierher gelangt sind, dass aber, wenn diese Diasporen ausgeprägten Calziphilen entstammen, ihre Weiterentwicklung aus leicht einzusehenden Ursachen nicht stattgefunden hat. Ferner scheint es wahrscheinlich, dass Diasporen solcher Arten, die ohne Zweifel auf Jurmo oder Huvudskär gedeihen könnten, noch nicht den Weg dahin gefunden haben, sondern nach der einen oder anderen der zahlreichen Felsinselchen des Jurmoschärenhofes zufällig dirigiert worden sind und deshalb zu Grunde gegangen sein müssen. Noch ist zu bemerken, dass Jurmo seit sehr alten Zeiten einem intensiven Weiden (sowohl von Schafen als von Rindvieh) ausgesetzt worden ist. Es ist wahrscheinlich, dass das unablässige Weiden recht zahlreiche empfindlichere Arten ausgerottet hat. Für mehrere Litoralarten (z. B. *Atriplex litorale*, *Cakile*, *Crambe*, *Isatis*) habe ich feststellen können, dass dies der Fall ist.

*Allium ursinum* (Karte S. 127) kann als schönes Beispiel von einer Sekundärausbreitung dienen. Das reichlichste Vorkommen der Art in Finnland fällt auf die Insel Sundholm (Houtskär), wo sie auf hektargrossen Flächen in ausserordentlicher Reichlichkeit wuchert (vgl. näher EKLUND 1929 d). Ausserdem kommt die Art auf der 5,5 km südwestlich davon gelegenen Insel Rosmanskär (lokal ziemlich reichlich eine dichte Ansiedlung bildend) sowie auf der 2 km südlich von Sundholm liegenden üppigen Insel Nätöholm (auf einer schätzungsweise 4000—5000 m<sup>2</sup> grossen Fläche innerhalb eines artenreichen und sehr üppigen Haingebietes sehr reichlich auftretend). Schliesslich ist ein einziges Individuum der Art in einer Felskluft am Südstrande von Näsby-Näs (4 km vom nächsten Fundplatz Nätöholm im SSE gelegen) gefunden worden. Alle Houtskärlokalitäten sind auf hohen Inseln gelegen. Der Sundholm-Bestand muss alt sein und ist offenbar ein effektives Ausbreitungszentrum gewesen. Wahrscheinlich sind in diesen Gegenden in nächster Zukunft neue Lokalitäten für die Art anzutreffen. Nunmehr auch in Hitis von OLSONI aufgefunden worden (briefliche Mitteilung). In Kökar sind zwei Lokalitäten bekannt. Der

*Schwerpunkt der Frequenz von Allium ursinum in Finnland fällt somit auf den zentralen Teil des Schärenmeeres Südwest-Finnlands.* Aus Fasta Åland liegen nur 3 von einander entfernt liegende Fundorte vor (die vierte Lokalität fällt innerhalb des Gartengebietes des Pfarrhauses in Jomala, wohin die Art offenbar—wie auch PALMGREN (1927 x S. 92) hervorhebt—verpflanzt worden ist, und wird hier nicht berücksichtigt). Betreffs *Allium ursinum* sagt PALMGREN (1927x S. 92, von ihm kursiviert):

»*Allium ursinum* schliesst sich also an die recht vielen Arten an, die ein bemerkenswertes Vorkommen im südöstlichsten Åland, in Kökar haben. Es scheint nicht unwahrscheinlich, dass hier eine Verbreitung von Ostbaltikum her vorliegt.

*Die westlichen Fundorte gehen offenbar auf schwedische Einwanderer zurück.»*

Das Letztgesagte scheint mir wenig wahrscheinlich. Ich möchte behaupten, dass es wahrscheinlicher ist, dass *Allium ursinum* einst von Süden in das zentrale Schärenmeer eingewandert ist und sich dann sekundär auch gegen Westen ausgebreitet hat. Die Art dürfte eine in Ausbreitung begriffene Pflanze sein und zeigt bezüglich ihrer Einwanderungsgeschichte die grösste Ähnlichkeit mit u. a. *Hypericum hirsutum* und ferner *Alliaria*. Die Art scheint grosse standörtliche Möglichkeiten zu haben ihr Verbreitungsareal innerhalb des Schärenhofes Südwest-Finnlands zu erweitern, denn sie ist keine ausgesprochene Calziphile, obwohl sie einen milden, neutraleren Hainhumus bevorzugt. In dieser Hinsicht ist sie in der Konkurrenz den mehr stenotopen Calziphilien überlegen und muss als eine konkurrenzkräftige Pflanze angesehen werden, weil sie, einmal auf einem Platze angekeimt, andere Arten zu unterdrücken fähig ist. Dagegen ist der Diasporentypus der Art recht wenig für Allochorie geeignet und dieser Umstand hat als endogener Faktor die Sekundärausbreitung der Art verzögert.

*Rumex thyrsiflorus.* Dem Auftreten dieser Pflanze in Fennoscandia orientalis habe ich früher (1927 c) einen Sonderbericht gewidmet. Ich kann mich daher kurz fassen. Die Art dürfte ein rezenter Einwanderer vom Süden sein, am nächsten von Ostbaltikum her. Sie hat ihre einzige gegenwärtige Lokalität im ganzen südwestlichen Finnland auf Utö in Korpo. Die Annahme, dass die Art gerade von Ostbaltikum eingesiedelt ist, wird durch das Vorkommen auf Utö von *Taraxacum conjungens* gestützt. Diese *Taraxacum*-Art ist in Finnland früher nur im Lojo-Gebiet (Regio aboënsis) angetroffen worden, sie fehlt in Schweden aber kommt in Ostbaltikum vor. Eine Sekundärausbreitung der betreffenden *Rumex*-Art dürfte in nicht unerheblichem Grade dadurch erschwert sein, dass die Art diözisch ist.

*Stellaria holostea.* In meinem Untersuchungsgebiete 7 Lokalitäten, alle ziemlich benachbart (vgl. die Karte S. 126 sowie, über ihre Verbreitung im ganzen Finnland, CEDERCREUTZ 1927). Von den mir aus Korpo-Houtskär bekannten Fundplätzen repräsentieren Hevonkak, Storö und Bjurholm Massen-

ansiedlungen, während die Art spärlich bis ziemlich spärlich auf den Inseln Kora, Lill-Pensar und Saverkeit: Ängholm auftritt. Mit mittlerer Reichlichkeit auf Lillö. Das Verbreitungsareal in Korpo-Houtskär ist ohne weiteres als ausbreitungsbiologisch bedingt anzusehen. Die Art gehört nicht zu den fordernden Pflanzen, obwohl sie ersichtlich von einem besseren Hainboden begünstigt wird. Aus Åland ist nur eine einzige Lokalität bekannt und zwar im südwestlichen Jomala. Dorthin dürfte *Stellaria holostea* aus Finnland über das zentrale Schärenmeer gekommen sein und nicht — wie PALMGREN glaubt — von Schweden, wo sie im uppländischen Gebiete laut ALMQUIST (S. 538) *äußerst selten* ist (nur eine Lokalität in der Nähe von Stockholm). Es ist *möglich*, dass die Art nach Uppland gerade von Finnland über Åland eingewandert ist. Hier haben wir es wieder mit einer Laubwiesenart zu tun, die nicht von Südwesten nach Åland eingewandert sein dürfte.

*Ranunculus sceleratus*. Eigentümliche Verbreitung im Untersuchungsgebiete. In Houtskär nur 2 Lokalitäten, beide Kulturstandorte, in Korpo im Nordgebiet ebenso 2 Lokalitäten, die auch reine Kulturböden sind. Die Art ist somit im Nordgebiet nicht ursprünglich. Fehlt im Zwischengebiet aber tritt im Südgebiet völlig urwüchsig als Litoralpflanze und als Bewohner detritusführender permanenter Regenwassertümpel der Meeresklippen auf. An dem Südufer von Jurmo sowie um den Wiesentümpel herum auf Utö kommt die Art reichlich vor. (Ferner an Meeresufern im südlichsten Nagu.) Übrigens ist sie nur spärlich bis vereinzelt vorhanden, zuweilen als junge, noch nicht blühende Individuen, was ja von sehr rezenten Ansiedlungen zeugt. *Nach dem Südgebiet dürfte die Art durch die günstige Meeresdrift gekommen sein und zwar von der ostbaltischen Inselwelt, wo sie besonders auf Dagö der Nordküste entlang massenhaft in der salinen Stufe wächst.* Die Tümpelvorkommnisse auf den Klippen im Schärenhof von Jurmo sind wahrscheinlich auf eine ornithochore Sekundärausbreitung von den Jurmo- oder Utö-Beständen zurückzuführen.

*Fragaria viridis*. Nur im Südgebiet gefunden, hier aber auf drei Inseln: Huvudskär, Jurmo und Björkö. Ausserdem habe ich die Art auf zwei Inseln in Süd-Nagu, nämlich Lökhalm und Trunsö, angetroffen. Die 5 nun bekannten Lokalitäten bilden ein deutlich geschlossenes Verbreitungsareal. Bemerkenswert ist, dass *Fragaria viridis* im ganzen ostäländischen Schärenarchipel zu fehlen scheint. In Finnland hat die Art somit zwei scharf ausgeprägte Verbreitungsgebiete: ein westäländisches und das Süd-Korpo—Süd-Nagu-Gebiet. Dieses Gebiet kann nicht anders als ausbreitungsbiologisch bedingt sein, denn im Nordgebiete sind günstige Wuchsplätze reichlich vorhanden. Ganz besonders sei hervorgehoben, dass daselbst offenere Trockenböden absolut genommen noch reichlicher als im Süd-Gebiet der Art zu Gebote stehen und dass die Aziditätsverhältnisse mancherorts im betreffenden Gebiete noch günstiger sind.

Von woher ist *Fragaria viridis* nach Korpo-Nagu gekommen?

Die zwei wahrscheinlichsten Ausgangszentra dürften Åland bzw. die westestländische Inselwelt sein. Ich bin geneigt eine Ausbreitung von Estland her für die wahrscheinlichere zu halten und zwar aus folgenden Gründen.

Die *Fragaria viridis*-Bestände sind alle auf hohen Inseln gelegen. Die Standortverhältnisse auf sowohl Huvudskär, Björkö, Trunsö als Lökholm sind derart ähnlich, dass die lokale Vermehrung der Art mit derselben Geschwindigkeit geschehen sein dürfte. An allen vier oben erwähnten Lokalitäten sind die Bestände auffallend gleich gross, was auf eine ziemlich gleichzeitige Aussaat zu deuten scheint. Dieser bemerkenswerte Umstand deutet darauf hin, dass die vier Ansiedlungen unabhängig von einander zustandegekommen sind. Wären sie Folgeerscheinungen einer im Südgebiet vor sich gegangenen Sekundärausbreitung, ist es schwer zu verstehen, warum diese Sekundärausbreitung sich so streng innerhalb der Grenzen des Südgebietes abgespielt hätte. Wären nun diese von einander unabhängigen Ansiedlungen äländischer Herkunft, ist es sehr anormal, dass die Art das ganze ostäländische Schärengebiet vermieden hat (natürlich kann die Art daselbst noch angetroffen werden). Eine Hypothese mag hier gewagt werden. Die Art ist von Süden her (von Estland) endozoisch mit Vögeln gekommen. Dies ist gleichzeitig in der Weise geschehen, dass ein Vogelschwarm, von einem plötzlichen Ungewitter überrascht, über das offene Meer gegen Norden getrieben worden ist; zugleich hat eine gewisse Zersplitterung des Schwarms stattgefunden. Die Fluggeschwindigkeit der Vögel ist im allgemeinen genügend gross um einen solchen Transport innerhalb 2—3 Stunden zu ermöglichen (Siehe z. B. HESSE u. DOFLEIN, IWANOWITSCH, REICHENOW, STRASSER, ZIEGLER, ZSCHOCKE). Während ihrer Luftfahrt erblicken die gegen Norden fliegenden Vögel schon aus der Ferne gerade die hohen Inseln am südlichen Meeressaum Finnlands und steuern dahin, um Erholung nach der Fahrt über die Meeresweiten zu finden. Dies erklärt den Umstand, dass die Art anscheinend gleichaltrige und somit von einander unabhängige Vorkommnisse gerade an der südlichsten Hochinselfront von Korpo-Nagu hat, aber nicht die dahinter liegenden Inseln besiedelt hat.

Die kleinen von einander isolierten Bestände auf dem Jurmo-Lande sind jünger als die übrigen. Sie sind möglicherweise auf eine Sekundärausbreitung vom naheliegenden Huvudskär zurückzuführen.

*Hypericum hirsutum*. Betreffs der geographischen Verbreitung in Finnland verweise ich auf die Karte S. 128. Daraus geht hervor, dass die Art ihr Frequenzmaximum im zentralen Schärenhof Südwest-Finnlands hat. Dass die Art von Kalk begünstigt ist, scheint durch ihre augenfällige Anhäufung auf den Kalkinseln in Korpo sowie in den artenreichen, gutbödigen Gegenden Houtskärs deutlich zu sein. Auch wird sie öfters in der Literatur (vgl. z. B. ALMQVIST, LINSTOW u. a.) als calziphil bezeichnet. Jedoch muss bezüglich

Korpo gesagt werden, dass die Art eine beträchtliche Standortsamplitude haben muss. Sie tritt nämlich auch mancherorts im Südgebiete auf trivialen Standböden (z. B. grobsteinige, *Calluna*-reiche Böschungen u. dgl.) massenhaft auf. Ihr Verbreitungsareal in Finnland zeigt meines Erachtens in schönster Weise das Bild einer unvollendeten Ausbreitung. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Art von Süden (am nächsten von der westestländische Inselwelt, wo sie u. a. auf Ösel, Dagö und Wormsö auftritt) nach dem zentralen Schärenmeer und zwar nach Korpo eingewandert und dann hat eine lebhaft Sekundärausbreitung stattgefunden. Von hier hat sie sich gegen Westen ausgebreitet. Die eigentümliche Verbreitung auf Åland (vgl. die Karte S. 128) deutet auf eine Rekrutierung vom åboländischen Schärenhofe her. Zwar glaubt PALMGREN (1927 x S. 170), obwohl er »für die Art eine ziemlich gleichmässige Verbreitung in dem ganzen äusseren Schärenarchipel Lemland—Korpo« notiert, dass sie nach Lemland aus Schweden, im Übrigen dagegen von Ostbaltikum her gekommen sei. Mir scheint es recht konstruiert die Art in Lemland als einen schwedischen, über das offene Ålandsmeer gekommenen Einwanderer zu betrachten, während die Kökar—Korpo-Vorkommnisse ostbaltischer Herkunft wären. Ausserdem sagt PALMGREN (l. c.):

»Was Föglö betrifft, schliessen sich zwei der Lokalitäten eng an die lemländischen, eine an das Vorkommen in Sottunga an, eine (Godtholm im nördlichsten Teil des Kirchspiels nahe bei Lumparland) liegt isolierter.« Diese Aussage zeigt ja klar dass Föglö ein typisches Bindeglied zwischen Lemland und den übrigen Vorkommnissen ausmacht. Betreffe *Hypericum hirsutum* in Uppland sagt ALMQUIST (S. 483) bezüglich der Schärenvorkommnisse in Finnland, dass »es fast annehmbarer ist, dass diese Ausbreitungsetappen auf dem Wege Balticum — gegen Westen sind, als dass sie Aussenposten in einem Wanderungsstrom von der schwedischen Seite her wären.« (Orig. schwed.) Die Auffassung ALMQUIST's ist zweifelsohne die wahrscheinlichste und natürlichste. Die sehr wichtige Tatsache, dass die kalkbegünstigte Art selbst in den kalkreichen Gegenden Ålands bemerkenswert selten ist, scheint ein Indizium dafür zu sein, dass die Art ihre Eroberung Ålands heute erst angefangen hat. Ganz gewiss wird es sich in einer ferneren Zukunft zeigen dass *Hypericum hirsutum* besonders in den westlicheren Teilen des Ålandsgebietes (vor allem in den Schärengebieten) eine Frequenz erreichen wird, die sich vielleicht höher als die gegenwärtige Frequenz der Art in den åboländischen Schären stellen wird. Dann hätte sich ein Verbreitungsbild ausgeformt, das andere Arten schon heute aufweisen, weil sie früher eingewandert sind und somit Zeit genug gehabt haben ihre regionale Expansion, von der herrschenden Standortsverteilung geregelt, bis zu einem gewissen Gleichgewicht durchzuführen.

In *Hypericum hirsutum* begegnen wir somit wieder einer Laubwiesenart, die gar nicht von Schweden nach Åland eingewandert sein dürfte, sondern daselbst



höchst wahrscheinlich ein ostbaltisches, über das zentrale Schärenmeer eingesiedeltes Element darstellt.

*Helianthemum vulgare*. Zeigt im Untersuchungsgebiet mit *Carex ericetorum* übereinstimmende Verbreitungszüge. Massenhaft auf Finnö, spärlicher an den übrigen Lokalitäten. Betreffe *Helianthemum* gilt dasselbe wie für *Carex ericetorum*; ehe die östlich von Korpo-Houtskär liegenden Schärenhöfe floristisch erforscht sind, können keine Schlussfolgerungen betreffs einer eventuellen Einwanderungsrichtung gezogen werden. Bemerkenswert ist das von OLSONI festgestellte reichliche und isolierte Vorkommen im südlichen Hitis. Ein akzidenzieller estländischer Einwanderer?

*Thymus serpyllum*. In Korpo nur eine einzige Lokalität im Südgebiet auf der Grusbank Sand an der Nordspitze von Jurmo. PALMGREN (1927 r) meint, *Thymus* sei auf Åland ein ostbaltischer Einwanderer. Die Verbreitung der Art in Regio aboënsis (Karte S. 126) stimmt sehr schlecht mit einer solchen Annahme überein. Eine östliche Einwanderung ins Schärenmeer scheint mir weit wahrscheinlicher.

Zu den oben behandelten Arten könnte noch eine nicht unbedeutende Anzahl hinzugefügt werden, deren mir zur Zeit bekannte Verbreitung kaum durch edaphische, klimatische oder anthropogene Faktoren befriedigend erklärt werden können. In einigen Fällen scheint der Zufall im Sinne PALMGREN's wirksam gewesen zu sein. Jedoch vermeide ich prinzipiell so weit möglich den Zufall als Erklärungsground zu verwenden, weil dieser Faktor nichts klarlegt sondern meistens nur als vorläufiges Unvermögen betrachtet werden muss eine Analyse des wirklichen Kausalitätskomplexes durchzuführen. Selbstverständlich meine ich nicht, dass alle winzigen Einzeldetails der Artenverbreitung kausal klargelegt werden müssten oder könnten und dass der Zufall als pflanzengeographischer Faktor völlig zu erledigen wäre. Praktisch genommen hat der Zufall seinen gegebenen Platz unter den pflanzengeographischen Faktoren und ist in diesem Sinne schon früh (z. B. JOUAN 1865 in »Recherches sur l'origine et la provenance de certains végétaux phanerogames observés dans les îles du Grand-océan» S. 83) gerade für Archipelgebiete berücksichtigt worden, was ja eigentlich selbstverständlich scheint. Streng theoretisch genommen scheint mir jedoch der Zufall nicht die Natur eines Faktors zu besitzen, denn in der Konstellation Ursache—Wirkung ist er Wirkung und nicht Ursache.

Von Arten, deren Verbreitungsareale in meinem Untersuchungsgebiet durch Ausbreitungsbiologische Umstände (natürlich unter Mitwirkung anderer Faktoren) wirksam beeinflusst sein dürften, mögen u. a. erwähnt werden: *Molinia coerulea* (hier spielen jedoch ersichtlich auch standörtliche Faktoren mächtig ein), *Festuca arundinacea*, *Carex loliacea*, *stellulata* und *magellanica*, *Corylus avellana* (wahrscheinlich in nicht unbedeutendem Grade klimatisch

gehemmt; die öfters synzoische Ausbreitung der Art ist ersichtlich von gewissermassen hemmender Bedeutung gewesen), *Quercus* (vgl. *Corylus*), *Stellaria longifolia*, *Cerastium glutinosum*, *Silene nutans*, *Erysimum hieracifolium*, *Sedum annuum* (kulturbegünstigt), *Sedum album* (ebenso), *Saxifraga granulata*, *Agrimonia odorata* (»Zufallerscheinung«), *Lotus corniculatus* (stark kulturbegünstigt aber auch als spontan ausbreitungsbiologisch bedingte Lokali-tätsgruppen aufweisend), *Lathyrus montanus* (die Lokalitäten in Korpo-Houtskär sind wahrscheinlich als Etappen auf dem Wege von Finnland nach Åland aufzufassen; die Art dürfte ein östliches Element in der Flora Ålands sein; die Verbreitung im übrigen åboländischen Schärenhof muss jedoch näher klargelegt werden), *Pedicularis palustris*, *Utricularia vulgaris* und *minor*, *Galium trifidum*, *Solidago* (rätselhafte Pflanze; dürfte teils kulturbegünstigt teils möglicherweise (?) einigermassen litoriphob sein; muss näher untersucht werden), *Bidens cernuus* (nur an der Südküste von Jurmo; dürfte hier als ein Gast aus der Ferne betrachtet werden).

Es scheint mir am vorsichtigsten mich bisweiter mit den obigen Beispielen zu begnügen. Sie sind mit Vorbehalt angeführt und werden vielleicht künftig auf der Basis erweiterter Untersuchungen in den Nachbarkirchspielen anders aufgefasst werden.

Ich gehe nun zu den anthropogenen Faktoren über.

### Der Mensch als artenverteilender Faktor.

Bei uns ist LINKOLA der erste, der in seiner grosszügigen und schönen Arbeit »Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee I—II« die ausserordentliche Bedeutung der menschlichen Tätigkeit für die Pflanzen dargelegt und kräftig hervorgehoben hat. Für den Abhängigkeitsgrad der Flora von der Kultur bedient er sich folgender Kategorien:

1. Hemerophil = kulturstet oder -hold.
  - a. Anthropochor = kulturstet.
  - b. Apophyt = kulturhold.
2. Hemeradiaphor = kulturindifferent.
3. Hemerophob = kulturfliehend.

Weil die Anthropochoren in der unten folgenden Darstellung nicht in Frage kommen, bezeichne ich mit dem Begriff Hemerophil eine Art, die im Untersuchungsgebiet völlig spontan zu sein scheint, die aber von der menschlichen Kultur deutlich begünstigt wird. Zuweilen äussert sich der begünstigende Einfluss des Menschen so kräftig, dass zwar spontane, aber als solche seltene Arten, reine Kulturböden (Äcker, Hofräume, Wege u. s. w.) besiedeln und dadurch eine anormal hohe Frequenz erhalten. Solche Vorkommnisse



reiner Anthropochornatur nehme ich nicht in Betracht. Ebenso wenig werden die Hemeradiaphoren berücksichtigt.

*Heliophile Hemerophilen.* Am bedeutungsvollsten ist die Kultur für eine Anzahl *heliophiler* Arten gewesen. Die Frequenz der Wiesenhügel- und Hügelhöckerbewohner ist durch das Schaffen offener Standorte sehr stark gewachsen, während für die heliphoben Schattenpflanzen der Gegenteil gilt. Jedoch kommen auf einer Verbreitungskarte diese negativen Einflüsse nicht gleich gut zum Vorschein wie die positiven, weil auch in stark kulturberührten Gegenden kleine Oasen (oft nur eine winzige Baum- oder Gebüschgruppe) als Rückbleiseltrümmer einer früher zusammenhängenderen Lignidenvegetation das Gedeihen einiger schattenliebenden Elemente gewähren. Auf einer Karte in kleinem Massstab kommt nur die regionale Verteilung der Bestände zum Ausdruck, nicht aber ihre Mächtigkeit. Von Arten, die oft in solchen Miniaturöasen angetroffen werden, seien vor allem erwähnt:

*Dryopteris linnaeana*  
*Milium effusum*  
*Poa nemoralis*  
*Carex digitata*  
*Luzula pilosa*

*Majanthemum bifol.*  
*Paris quadrifolia*  
*Moehringia trinerv.*  
*Anemone*-Arten

*Corydalis (bulbosa?)*  
*Lathyrus vernus*  
*Oxalis acetosella*  
*Adoxa moschatellina*

Als typische *heliophile* Arten, deren Verbreitung im grossen und ganzen das Verteilungsbild der menschlichen Siedlungen (Fig. 16) abspiegelt, sind ganz besonders die folgenden hervorzuheben:

*Bromus mollis* Karte S. 30  
*Luzula campestris*  
*Allium oleraceum*  
*Scleranthus annuus*  
*Viscaria vulgaris*  
*Dianthus deltoides*  
*Myosurus minimus*  
*Ranunculus bulbosus* Karte S. 29  
*Draba verna*  
*Turritis glabra*  
*Arabis hirsuta*

*Filipendula hexapetala* Karte S. 32  
*Alchemilla pastoralis*  
*Trifolium arvense*  
*T. pratense*  
*Vicia tetrasperma*  
*Lathyrus pratensis*  
*Polygala vulgaris* Karte S. 30  
*Carum carvi*  
*Myosotis micrantha*  
*Verbascum thapsus*  
*Veronica verna*

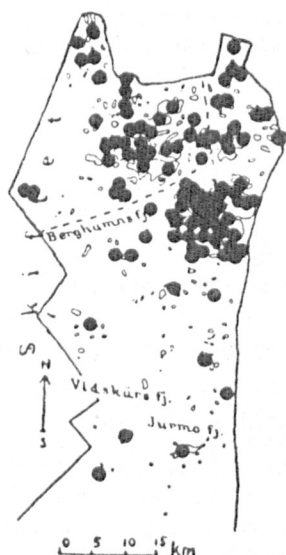


Fig. 16. Die Verteilung der menschlichen Ansiedlungen in Korpo-Houtskär.

*Plantago lanceolata*  
*Campanula rotundifolia*  
*C. persicifolia*

*Chrysanthemum leucanth.*  
*Centaurea jacea*

Obwohl seltener gehören zu dieser Gruppe ferner:

*Poa compressa* Karte S. 31  
*Carex verna*  
*C. ericetorum*  
*Potentilla reptans*

*Helianthemum vulgare*  
*Plantago media*  
*Knautia arvensis*  
*Centaurea scabiosa*

Stark kulturbegünstigt sind auch u. a. folgende Arten:

*Eupteris aquilina*  
*Alisma plantago-aquatica*  
*Briza media* Karte S. 30  
*Cardamine pratensis*  
*Juncus effusus*  
*J. conglomeratus*  
*Stellaria palustris*  
*Lychnis flos cuculi*  
*Alchemilla filicaulis*

*A. acutangula*  
*A. subcrenata*  
*Trifolium spadicum*  
*Vicia sepium*  
*Geranium silvaticum* Karte S. 34  
*Peplis portula*  
*Filago montana*  
*Gnaphalium silvaticum*  
*Achillea ptarmica*

*Abweiden.* Von grosser Bedeutung ist das Weiden gewesen, aber man muss hierbei Unterschied zwischen Schafen, Rindvieh und Pferden machen. Von verheerender Wirkung ist das Schafweiden. Wenn Schafe regelmässig eine anfangs artenreiche und verhältnismässig üppige Insel abnutzen, geht diese recht schnell in einen kümmerlichen Zustand der hässlichsten Dürftigkeit über. Nur die am hartnäckigsten perennierenden Kräuter können hier aushalten und der Wacholder nimmt zu. Innerhalb der Wacholdergebüsche können jedoch mehrere Arten ihre Rettung finden. Hier ist ferner die Feldschicht nicht geschlossen, die Konkurrenz weniger scharf. Es mag ausserdem vorläufig angedeutet werden, dass gerade diese Wacholderböden von grossem Interesse sein dürften, weil in Ausbreitung begriffene Arten hier Fuss fassen und von hier aus um sich greifen können.

Am wenigsten umgestaltend wirken die Pferde, was ja übrigens recht erwartungsgemäss scheint, denn der weidende Tierbestand ist im allgemeinen sehr individuenarm. Wenn Kühe auf einer sonst unbewohnten Insel stationiert sind, wird ja diese Insel täglich von den Melkern besucht und durchstreift. Dass dieser Umstand nicht ohne Bedeutung für den Artenbestand der betreffenden Insel ist habe ich mehrmals beobachten können. Sogar obligate Anthropolochoren werden in dieser Weise eingeschleppt und können sich an geeigneten Standorten naturalisieren und wahrscheinlich ziemlich lange Zeit ausdauern.

*Heumahd.* Eine Tätigkeit, die ganz besonders in den äusseren Schären von recht beträchtlichen artenverteilenden Wirkungen sein dürfte, ist die hier übliche Heuerntemethode. Zur Zeit der Heumahd fährt man in grossen Booten von Insel zu Insel und die Ausbeute häuft sich in den Fahrzeugen bis die Grösse der Last die Rückkehr zur Heimatinsel notwendig macht. Erst hier wird das Heu getrocknet. Während dieser Fahrten werden offenbar Diasporen mitgeführt, wodurch diese jahraus jahrein wiederholten Mahdfahrten einigermassen homogenisierende Einflüsse auf die Inseln ausüben. Ausserdem werden beim Trocknen des Heus Diasporen auf der Heimatinsel ausgesät. Man kann im äusseren Schärenhof deutlich wahrnehmen, dass die Artenzahl (die reinen Anthropochoren sind selbstverständlich ausgeschlossen) solcher »Heimatinseln« grösser als auf umliegenden, unbewohnten aber sonst standörtlich äquivalenten Inseln ist. Dies hängt ersichtlich keineswegs immer mit einer grösseren Fruchtbarkeit der betreffenden Heimatinsel zusammen sondern ist ganz sicher in bedeutendem Grade eben durch eine jahrzentelange bzw. jahrhundertelange unabsichtliche Diasporenzufuhr aus der Umgebung bedingt. Schliesslich fallen immer Diasporen während der Bootfahrten über Bord, wodurch der Meeresdrift reproduktionsfähige Pflanzenteile zugeführt werden. Im Laufe der Zeiten dürfte die Gesamtwirkung der soeben ange deuteten menschlichen Tätigkeit gar nicht bedeutungslos sein.

*Winterwege*, welche oft einen anderen Verlauf als die Sommerwege haben, können vielleicht dann und wann Diasporenausstreuungslinien ausmachen, obwohl ihre Bedeutung in dieser Hinsicht (für die spontane Flora) sehr bescheiden sein dürfte.

*Fischerei, Jagd.* Endlich seien die Wirkungen der sehr extensiven Fischerei und der Jagd in Erinnerung gebracht. Jedoch wird die dadurch stattgefundene Diasporenaussaat durch die Sterilität der Meeresklippen paralyisiert.

Zusammenfassend kann behauptet werden:

1) Der Mensch hat durch seine offene Standorte erzeugende Tätigkeit den heliophilen Hügel- und Wiesenarten beträchtlich gesteigerte Expansionsmöglichkeiten geschenkt. Für mehrere Wiesenhügelarten ist im grossen und ganzen ihr heutiges Frequenzbild durch die Wirkung der menschlichen Kultur bedingt.

2) Die vernichtende Wirkung des Menschen ist offenbar von grosser Bedeutung gewesen und äussert sich vor allem darin, dass die fruchtbarsten Böden in reine Kulturf Flächen umgewandelt worden sind. Das permanente Abweiden vernichtet allmählich die Laubwiesenvegetation, die durch Nadelwaldformationen ersetzt wird.

3) Eine extensive Kulturbeeinflussung macht sich überall im Untersuchungsgebiet geltend, obwohl ihre Wirkungen auf die Flora in verschiede-

nen Gegenden von sehr verschiedener Effektivität gewesen sind. Mancherorts ist es schwer irgendwelche Spuren der artenverteilenden Bedeutung der menschlichen Tätigkeit festzustellen.

### Die Extratæniaten.<sup>1</sup>

Eine sehr auffallende Erscheinung ist die im Meeressaum extrem gesteigerte Frequenz einer Anzahl Arten (die obligaten Litoralpflanzen werden hier nicht berücksichtigt), von denen einige eine mehr oder weniger ausgeprägte ubiquistische Verbreitung im Untersuchungsgebiet haben, andere dagegen fast ausschliesslich oder vollkommen obligat an den südlichen Meeressaum gebunden zu sein scheinen. Wenn nicht nur die Frequenz sondern auch die Reichlichkeit in Betracht genommen wird, finden wir, dass die folgenden Arten ganz ausserordentlich im Meeresklippenarchipel des Südgebietes angehäuft sind (die mit einem Stern bezeichneten sind ausschliesslich daselbst angetroffen worden):

*Scirpus mamillatus* Karte S. 32

*Lemna minor* Karte S. 32

\**L. gibba*

\**Spirodela polyrrhiza*

*Allium schoenoprasum* Karte S. 34

*Polygonum minus*

*Montia lamprosperma*

*Stellaria media*

*Sedum telephium* (glau-  
copruinosum)

*Callitriche verna*

*Viola tricolor*

*Cornus suecica* Karte S. 34

Die Ursachen dieser Frequenzmaxima dürften für die verschiedenen Arten durchaus verschieden sein. Für einige, z. B. *Cornus* und *Allium*, stellen wahrscheinlich die extrem maritimen Verhältnisse einen fördernden Faktor dar. Für andere, z. B. *Viola tricolor*, spielen wohl Konkurrenzfaktoren ein. Auch *Polygonum minus* und *Montia* scheinen vom reichlichen Vorhandensein mehr oder weniger offener, feuchter Detritusanhäufungen in den zahlreichen Schlüchtchen des Felsgrundes profitiert zu haben, ganz wie die hier angetroffenen aber seltenen, konkurrenzschwachen *Limosella*, *Tillaea aquatica*, *Radi-  
cula palustris*, *Callitriche verna* (die Landform). Die Lemnaceen finden, wie es scheint, draussen auf den Meeresklippen optimale Lebensbedingungen. Die sehr zahlreichen permanenten Regenwassertümpel (LEVANDER, HÄYRÉN 1914) bieten ihnen freie Wasserflächen, das Klima scheint ihnen günstig zu sein (nur hier habe ich blühende *Lemna minor* gefunden) und das reiche Vogelleben des Meeressaums, wo, wie ich habe beobachten können, Wasservögel gerade diese Tümpel (offenbar wegen ihres reichlichen Bestandes kleinerer Wasser-

<sup>1</sup> Extratæniat = den Meeressaum bevorzugend; Intratæniat = den inneren Schärenhof bevorzugend. Vgl. ALMQÜIST S. 397.

tiere wie z. B. Entomostraken, Kaulquappen, Mückenlarven, Acariden etc.) frequentieren, ermöglicht eine lebhaft epizoische Ausbreitung der Schwimmsprosse von Inselchen zu Inselchen und von Tümpel zu Tümpel. Dass eine solche Ausbreitung für die Lemnaceen in Frage kommt, geht u. a. aus den Arbeiten von HEGELMAIER und GUPPY hervor. Weiter einwärts in dem Schärenarchipel meines Untersuchungsgebietes werden die Felstümpel im allgemeinen von Sphagneten, Polytricheten, Cariceten u. a. Pflanzengenossenchaften eingenommen und bieten den freies Wasser fordernden Pleustonformen keine Existenzmöglichkeiten mehr. Im Zwischengebiet ist mir zur Zeit nur eine *Lemna minor*-Lokalität (Brunskär, kulturbeeinfl. Tümpel) bekannt, im Nordgebiet trifft man die Art selten und zerstreut in ruhig fliessendem Grabenwasser und in Teichen und Pfützen, deren Wasseroberfläche vom Menschen gegen Zuwachsen geschützt wird. Die Lemnaceen dürften auch eutrof sein. Ihre trofischen Ansprüche scheinen einerseits in Kulturgegenden, anderseits in den von Vögeln gedüngten Meeressaumtümpeln erfüllt zu werden.

Der rätselhafteste von den Extrateniaten dünkt mir *Scirpus mamillatus*. Die Ursachen seiner Vorliebe für den Meeressaum habe ich noch nicht befriedigend ausfinden können. Ich beschränke mich deshalb auf diese Erwähnung.

Ausbreitungsbiologische Umstände spielen bei der Konstitution der Meeresklippenflora offenbar eine sehr hervorragende Rolle. Die hier mächtige und hoch aufspritzende Meeresbrandung kann ohne Zweifel Diasporen sogar ins Innere eines Inselchens schleudern. Im Winter türmen sich die Eischollen hoch auf und können beim Abschmelzen reproduktionstaugliche Pflanzenteile zurücklassen. Die Zoochorie ist intensiv und die hier in voller Kraft wütenden Stürme haben ein grösseres direktes Transportvermögen als innerhalb dichter und bewaldeter Inselschwärme. Dass tatsächlich eine lebhaft Diasporenzufuhr den Meeresklippen zuteilkommt geht vor allem daraus hervor, dass der Klippenarchipel, trotz seiner Sterilität und Ungastlichkeit eine qualitativ unerwartet bunte Flora aufweist. Da ich eine besondere Arbeit über die Ausbreitungsbiologie der Schärenpflanzen Südwest-Finnlands im Sinne habe und meine Untersuchungen draussen in der Natur noch nicht beendet sind, scheint es zu früh auf die Frage hier näher einzugehen. Nur die marine Hydrochorie werde ich im Zusammenhang mit den Litoralarten weiter unten (S. 96) erörtern.

#### Zusammenfassung bezüglich Korpo-Houtskär.

Aus den obigen Darstellungen lässt sich folgendes erkennen.

I. Die spontane Flora im Spezialgebiete Korpo-Houtskär ist relativ sehr artenreich und in bezug auf die Verbreitung der verschiedenen Arten sehr heterogen. Jedoch ermöglicht die regionale Verteilung der Florenelemente eine floristisch-geographische Zergliederung des verhältnismässig kleinen Spezial-

gebietes in drei Unterbezirke: 1:o das durch eine hohe Artenzahl und einen »äländischen« Florencharakter ausgezeichnete Nordgebiet, 2:o das floristisch auffallend triviale Zwischengebiet und 3:o das durch das Auftreten mehrerer fremdartigen Elemente charakterisierte Südgebiet.

II. Im Nordgebiet sind besonders *die Laubwiesenarten zahlreich vertreten* und haben hier *zwei deutlich abgegrenzte Anhäufungszentren*. Die Laubwiesenartenzahl zeigt im Untersuchungsgebiet als ganzes betrachtet *eine sehr schroffe Reduktion von Norden gegen Süden*. Die Hauptursache dazu ist im allgemeinen *in der gegen Süden verschlechterten Bodenbeschaffenheit* zu finden, die sich vor allem in niedrigeren pH-Werten des Humus äussert. *Auch innerhalb des Nordgebietes herrscht eine hochgradige Heterogenität des Erdreiches, ein Mosaik von guten und schlechten Böden, wo die Standortsextreme scharf zum Vorschein kommen*. Die Konstitution der Pflanzendecke, in erster Linie ihre Artenzahl, spiegelt das Mosaik des Standbodens ab. Es hat sich erwiesen, dass habituell ganz gleichartige Standortstypen tatsächlich nicht, wie es besonders für Haselhaine azidimetrisch festgestellt worden ist (EKLUND 1930), gleichwertig zu sein brauchen und dass demgemäss deutlich verschiedenartige Züge in der Pflanzendecke zu Tage treten. *Die Üppigkeit der Feldschicht kann in den verschiedenen Fällen gleich sein, der Artenreichtum aber sinkt mit einer zunehmenden Azidität des Bodens*.

III. Der in zahlreichen Fällen festgestellte Sachverhalt, dass edaphisch stenotopere Pflanzenarten ihnen günstige aber von einander entfernte und innerhalb des Untersuchungsgebietes regellos verteilte Standorte besiedelt haben können, während sie in den Zwischenräumen zu fehlen scheinen, deutet bestimmt darauf hin, *dass die Diasporenausbreitung im allgemeinen effektiv ist und dass wenigstens im Schärenmeere Südwest-Finnlands die Entfernungen als solche für die Wanderungen der meisten Florenelemente fast bedeutungslos sein dürften*.

IV. Bei einer nicht unbedeutenden Anzahl Arten ist es deutlich, dass in erster Hand einwanderungsgeschichtliche Ursachen ihre heutige regionale Verteilung bedingen und dass ihrer mehrere in mehr oder weniger lebhafter Ausbreitung begriffen sind. Die Einwanderung ins Schärenmeer hat von vielen Seiten her stattgefunden. Die Pflanzenwelt scheint keinen im grossen und ganzen konsolidierten Gleichgewichtszustand erreicht zu haben.

V. *Das zentrale Schärenmeer scheint in recht hohem Grade ein Durchgangsgebiet bei der Pflanzenausbreitung gegen Westen, vor allem nach Åland, gewesen zu sein*.

VI. Der Mensch hat mächtige sowohl positive als negative Frequenz- und Verteilungsverschiebungen in der spontanen Flora des Untersuchungsgebietes ausgelöst. Ganz besonders ist die Expansion der Heliophilen vom Menschen gefördert worden. Die starke Frequenzreduktion mehrerer hemerophilen Heliophilen im Zwischengebiet beruht darauf, dass der Einfluss des Menschen auf die Naturverhältnisse hier weniger direkt umgestaltend gewesen ist.

## Entwurf einer Kausalitätsanalyse der Artenverteilung des Schärenmeeres Südwest Finnlands.

Wie im Vorhergehenden wird auch hier bisweiter auf die obligaten Litoralarten verzichtet. Vor allem werde ich die Laubwiesenelemente behandeln, weil die Verbreitung dieser Artengruppe, in erster Hand durch die extensiven Untersuchungen PALMGREN's, in bezug auf Åland in der Literatur zugänglich und im grossen und ganzen recht befriedigend klargelegt worden ist. Die Verbreitung dieser Arten auf Åland sowie in den von mir untersuchten Gegenden der Regio aboënsis (Korpo, Houtskär, Iniö, Süd-Nagu, Velkua) bilden die Basis der unten folgenden Diskussion. Auch die Arbeit von BERGROTH wird natürlich berücksichtigt. Dagegen bin ich nicht berechtigt die brieflichen Mitteilungen von den Herren L. LUOTOLA und B. OLSON in höherem Grade auszunutzen, weil es sich um noch nicht veröffentlichtes Primärmaterial handelt. Jedoch ist meine, dank den soeben erwähnten Herren Botaniker, erweiterte Kenntnis der Flora von Gustavs (Kustavi) bzw. Kimito-Hitis von grosser Bedeutung für meine Erörterungen der Artenverteilung der Schärenmeerflora gewesen, was ich hier dankbar annotiere.

Wie früher (vgl. u. a. S. 50 und S. 72) hervorgehoben zeigt die Laubwiesenartenzahl im Korpo-Houtskär-Gebiete eine sehr schnelle und auffallende Reduktion von Norden gegen Süden. Die wahrscheinlichen Ursachen dazu wurden klargelegt. Nun hat PALMGREN (vgl. besonders 1921) eine ganz ähnliche Reduktion innerhalb des Ålandsgebietes gefunden, aber hier verläuft diese Reduktion im grossen und ganzen von Westen gegen Osten. Auf diese Reduktion gründet er die pflanzengeographische Einteilung Ålands. Er meint auch die Ursachen dieser Reduktion enthüllt zu haben (PALMGREN 1924, S. 70—71):

*»Der Grund zu der Reduktion der Artenzahl, also der pflanzengeographisch ausschlaggebende Faktor, durch den die pflanzengeographische Einteilung der Landschaft bedingt ist, liegt, wie sich gezeigt hat, in dem nach Osten hin zunehmenden Abstand von einem im Westen (in Schweden) liegenden Verbreitungszentrum, welcher die Aussichten für die Elemente der Vegetation, bei der Verbreitung mitzukommen, sukzessiv vermindert hat.»* (VON PALMGREN kursiviert.)

Der logisch unanfechtbare Gedanke, dass eine Art immer spärlicher wird je weiter sie von ihrem Zentrum s. z. s. ausstrahlt, ist bei uns schon früher aus-



gesprochen worden. So hebt HULT (1886, S. 43) hervor, dass » — — — die Besähung einem geometrischen Gesetze gemäss in derselben Proportion sich lichten muss, wie das Quadrat der Entfernung vom Ursprungsort zunimmt«. (Orig. schwed.) Das Gesagte setzt aber voraus, dass das Terrain gleichförmig ist. Sobald dies nicht der Fall ist, sobald günstige und ungünstige Standorte gemischt vorkommen, muss die Verteilung davon Eindruck nehmen. Was für die einzelne Art gilt, gilt in noch höherem Grade für ein ganzes Pflanzenkontingent, dessen verschiedene Arten sich ganz verschiedenartig bezüglich ihrer Ausbreitungsbiologie, Konkurrenzfähigkeit, edaphischen Ansprüche u.s.w. verhalten. Die 324 Laubwiesenarten, mit denen PALMGREN operiert, stellen ein in diesen Hinsichten sehr heterogenes Pflanzenkontingent dar. Nennen wir nur nebeneinander z. B. *Cypripedium* und *Calluna*, *Ophrys* und *Rumex acetosella*, *Mercurialis perennis* und *Bromus mollis*, *Helleborine palustris* und *Asplenium septentrionale*, *Pinus* und *Aracium paludosum*, *Androsace* und *Pinguicula*, und wir finden kalkstete, azidophile, hemerophobe, stark hemerophile, feuchtliebende und trockenliebende, heliophile und schattenfordernde Arten um einander. Dass für diese Gruppe, als ein Ganzes betrachtet, eine Wirkung der Entfernung zum Vorschein kommen sollte, scheint um so schwerer anzunehmen, da eine Konformität der Standortverhältnisse im äländischen Gebiete tatsächlich nicht existiert.

Zwar sagt PALMGREN (1921, S. 25): »Die Standortverhältnisse sind ebenfalls in recht erheblichem Grade übereinstimmend; die Verschiedenheiten liegen nur in einem etwas wechselnden relativen Vorkommen der einzelnen Standortstypen.« (Von mir kursiviert.) Diese Aussage kann so weit richtig sein, dass äusserlich ähnliche Standortstypen ziemlich gleichmässig über das äländische Gebiet verbreitet sind, wie z. B. feuchter Wiesenboden, Hügel, Hain- und Laubwiesenböden usw. Aber dies genügt nicht. Ein Boden kann z. B. calziumkarbonatreich und demgemäss neutral, ein anderer  $\text{CaCO}_3$ -arm und sauer sein. Wenn der Kalk in reichlicher Menge und in speziellen Aggregationszuständen im Boden auftritt, kann sein Vorkommen makroskopisch und ohne chemische Methoden nachgewiesen werden, aber in den meisten Fällen ist dies unmöglich. Wie bekannt kann die Azidität des Erdreiches niemals ohne ein geeignetes Messungsverfahren genauer ermittelt werden. Dass zahlreiche Pflanzenarten gegen Kalkvorhandensein bzw. Kalkfehlen empfindlich reagieren, ist allgemein bekannt. Wie diese »Kalkwirkung« aufzufassen ist, ist für die nun vorliegende Frage ganz gleichgültig. Dass wir in vielen Fällen mit einer Aziditätsfrage zu tun haben, scheint wahrscheinlich. Ich werde jedoch unten Begriffe wie »kalkhold«, »kalkstet«, »Calziphile« u. s. w. benutzen, weil sie allgemein verständlich sind.

Nun ist es überaus merkwürdig, dass gerade die ausgesprochenen Calziphilten Alands in erster Linie von der artenreduzierenden Wirkung der Entfer-



nung betroffen werden. Einige gute Repräsentanten seien aufgezählt (in der Liste sind nicht nur Laubwiesenarten angeführt sondern auch Arten feuchterer Böden, weil diese Arten besonders beweiskräftig sind):

<i>Equisetum variegatum</i>	<i>C. hornschuchiana</i> <sup>1</sup>	<i>Sanicula europaea</i> <sup>1</sup>
<i>Selaginella selaginoides</i> <sup>1</sup>	<i>C. lepidocarpa</i> <sup>1</sup>	<i>Torilis anthriscus</i>
<i>Taxus baccata</i>	<i>C. distans</i> <sup>1</sup>	<i>Seseli libanotis</i>
<i>Sesleria coerulea</i>	<i>C. capillaris</i>	<i>Primula farinosa</i>
<i>Eriophorum latifolium</i>	<i>Cypripedium calceolus</i> <sup>1</sup>	<i>Pinguicula vulgaris</i>
<i>Scirpus compressus</i>	<i>Ophrys muscifera</i> <sup>1</sup>	<i>Asperula tinctoria</i>
<i>Carex pulicaris</i>	<i>Herminium monorchis</i>	<i>Inula salicina</i> <sup>1</sup>
<i>C. ornithopoda</i>	<i>Helleborine palustris</i> <sup>1</sup>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>C. diversicolor</i>	<i>Polygala comosum</i>	<i>Crepis praemorsa</i>
<i>C. polygama</i> <sup>1</sup>	<i>P. amarellum</i> <sup>1</sup>	

Die Liste könnte umfassender sein, aber die obenstehende Probekollektion genügt. Wir finden in der Liste eine Anzahl Pflanzen (*Equisetum*, *Selaginella*, *Eriophorum*, die Orchidazeen, *Pinguicula*), deren Diasporen dem besten Ausbreitungsmodus, der Euanemochorie, angepasst sind, und dennoch sollten, nachdem sie über das insellose Ålandsmeer geflogen sind, die kleinen Entfernungen des Schärenmeeres ihre Weiterausbreitung gegen Osten, wo reichlich Inseletappen vorhanden sind, in wirksamer Weise verhindern! Das Zurückbleiben der am stärksten calziphilien Elemente in den westlichen Teilen Ålands ist so regelmässig und auffallend, dass man schon a priori vermuten könnte, diese Erscheinung sei in Zusammenhang mit einem verschieden grossen Kalkgehalt des Erdreiches in verschiedenen Gegenden Ålands zu bringen.

Dass der Kalkgehalt in bedeutendem Grad wechselt und zwar innerhalb des westlichen Ålandsgebietes, ist früher von PALMGREN selbst (1915—1917, S. 110—115) dargetan worden. Ich führe einige Zitate (ins Deutsche übersetzt) an:

S. 110: »Häufig kommt weiter, besonders auf *Fasta Åland*, ein fruchtbarer, gebänderter Eismeerton oder Mergel vor.« (Von mir kursiviert.)

S. 111: »Sowohl der feine Sand als der Ton sind, wo Laubvegetation vorkommt, in der Regel kalkhaltig. Dies gilt besonders von dem gebänderten Ton, dessen Kalkgehalt oft bedeutend ist«.

S. 112: »In einer Probe Bänderton vom östlichen Strand der Vandö-Fjärde ist die Prozentzahl Calciumoxyd 3,83; für typischen graugelben Bänderton von Svartsmara 13,63, für Proben Bänderton von Storby 11,53; . . . für Proben von Sandö ist die Prozentzahl »Kalkerde« 9,49 . . . Für Glazialsand von Sandfeldern in Skarpnätö ist die Prozentzahl Calciumoxyd 2,57; diese Sandfelder sind mit Vorteil vom Ackerbau in Anspruch genommen worden . . . » Und betreffs des Vor-

<sup>1</sup> Siehe bezüglich der Verbreitung beiderseits des Ålandsmeeres die Karten Fig. 17—28, S. 119—124 weiter unten.

kommens losliegender Silurblöcke: »Die Inseln besonders im westlichen Teil des Gebietes sind mit solchen *vollbestreut*.« (Von mir kursiviert.)

S. 113: »Dieser *bezirksweise herrschende Kalkgehalt* des Bodens ist auf Åland eine Voraussetzung für das Vorkommen der Laubvegetation« und: »Die *Abhängigkeit der äländischen Laubvegetation vom Kalkgehalt des Bodens* ist schon um das Jahr 1880 von NORRLIN nachgewiesen worden . . .« (Von mir kursiv.)

S. 114: »Professor NORRLIN hat mir auch persönlich betont wie wichtig es sei bei einem Studium der Vegetation Ålands *Rücksicht auf den wechselnden Kalkgehalt des Terrains* zu nehmen.« (Wie oben von mir kursiviert.)

S. 115: »Wie ein kalkhaltiger Grund auf Åland eine Voraussetzung des Vorkommens einer Laubvegetation im Grossen gesehen ausmacht, so *ist er es unbedingt für einen Teil ihrer Arten*.« (Von mir kursiviert.)

Hier mag noch ein Zitat betreffs *Hippophaë* Platz finden (PALMGREN 1912, S. 114):

»Wie bereits erwähnt, tritt die Art vorzugsweise in Gegenden auf, welche in hohem Grade durch Laubwiesen und kräuterreiche Wiesenabhänge charakterisiert sind, deren Vorkommen, wie Seite 36 ausgeführt wurde, auf Åland mit der Anwesenheit grösserer oder kleinerer Mengen silurischen Kalkes zusammenfällt. *Wenn solcher Kalk nicht direkt nachgewiesen werden kann, findet man doch an denjenigen Stellen, wo der Seedorf auftritt, gewöhnlich eine Anzahl Pflanzenarten, deren Vorhandensein auf kalkhaltigen Boden schliessen lässt.*« (Von mir kursiv.) Von solchen Arten erwähnt PALMGREN u. a. *Sesleria*, *Carex capillaris*, *distans*, *diversicolor*, *pulicaris*, *Orchis masculus*, *Polygala amarellum*, *Primula farinosa* u. s. w. Wenn PALMGREN mit Hilfe solcher Arten auf das Vorhandensein eines kalkhaltigen Bodens schliesst, ist es einigermassen erstaunlich, dass er ihr Fehlen oder ihre auffallende Seltenheit ostwärts nicht als Zeugnis vom Nichtvorhandensein oder von der Seltenheit gleich kalkhaltiger Böden verwendet.

Nunmehr sind Untersuchungen über den Silurgehalt der Moränen und des Tons auch in den östlichen Schärenhöfen Ålands ausgeführt worden. Bei W. BRENNER 1930 (S. 21—22) finden wir einige interessante Resultate vorgelegt. Die Ergebnisse Brenners legen dar, dass der Silurgehalt der Moränen gegen Osten sinkt. Zwar gibt es »nur wenig Karbonat enthaltende Moräne noch auf Kumlinge und auf der Inselgruppe Jungfruskär im südwestlichen Houtskär . . . Auch auf der südwestlichsten, grösseren Insel Lappo in Brändö kann man noch in der Moräne einzelne Körnchen von Silurkalk, die mit HCl brausen, entdecken, obwohl die Analyse keinen höheren Ca-gehalt gibt. Hier, durch den südwestlichen Teil von Brändö wäre somit wahrscheinlich die östliche Grenze der Silurmoräne zu ziehen. Der auf Åland gewöhnliche kalkreiche Bänderton ist nicht einmal so weit östlich angetroffen worden wie die Silurmoräne. Die östlichsten bis jetzt bekannten Funde stammen aus Vårdö und Kökar. In Kumlinge, Brändö und weiter nach Osten in Iniö und Houtskär fand ich den glacialen Ton karbonatfrei.« (Von BRENNER kursiviert. Siehe

auch seine Karte über die Grenzen der Silurmoräne östlich und westlich von Åland, l. c. S. 20.) In der Feinerde der Moränen fand BRENNER (l. c. S. 21, die Fussnote) für Kumlinge nur 0,71 % CaO, für Brändö Lappo den noch kleineren Wert 0,36 % CaO. Vergleiche hiermit die Zahlen für die westlicheren Teile Ålands, S. 75.

Da die Silurvorkommnisse gegen Osten schnell seltener werden, da der Kalkgehalt der Silurmoränen im östlichen Schärenhof Ålands viel niedriger als im westlichen ist und da kalkhaltiger Glazialton in den nordostäländischen Kirchspielen Kumlinge und Brändö überhaupt nicht nachgewiesen worden ist, *dürfte es gar kein Wunder sein, dass die Calziphilen Ålands gerade in den betreffenden Kirchspielen in so auffallendem Grade vermisst werden.* Für Kökar dagegen, wo zahlreiche Calziphilen wieder auftreten oder hochfrequenter sind, während sie im übrigen ostäländischen Schärenhof fehlen oder selten sind und erst im westlichen Åland wiedergefunden werden, liegen — wie oben zitiert — Angaben über mit Säuren brausenden Glazialton vor.

Wenn PALMGREN (1921, S. 26, von ihm gesperrt) sagt, dass »auch bei so unbedeutenden Erstreckungen, wie sie bei Åland in Betracht kommen, die reinen Distanzverschiedenheiten gegenüber dem Verbreitungszentrum der Vegetationen von grosser und ganz sicher unerwarteter Tragweite sein können«, kann ich einer solchen Äusserung nicht beipflichten, weil es empirisch festgestellt worden ist, dass die Standortsverhältnisse im äländischen Gebiet gar nicht gleichwertig sind, sondern sich *ostwärts verschlechtern und zwar so, dass die Abnahme des Kalkgehaltes des Bodens in derselben Himmelsrichtung wie die auffallendste Artenreduktion der äländischen Laubwiesenflora vor sich geht.*

Weitere Stütze dafür, dass in erster Hand die kalkreicheren Böden auf Fasta-Åland und nicht eine gewisse Einwanderungsrichtung die Artenverteilung zahlreicher Florenelemente bedingen, finden wir u. a. durch eine Analyse der Flora der *calziphilen Erd- und Sumpflaubmoose* Ålands. (Die Moose Ålands sind besonders von BOMANSSON untersucht worden. Bei BROTHÉRUS finden wir komplettierende Angaben.) Unter den kalkliebenden Moosen gibt es sowohl boreale als meridionale Arten sowie Arten, die von verschiedenen Himmelsrichtungen und in einigen Fällen aus einer weiten Ferne gekommen zu sein scheinen. *Aber unabhängig davon haben sie auf Åland eine gleichartige regionale Verteilung, indem sie in den kalkreichsten Gegenden auftreten.* Zahlreiche von ihnen sind aus Uppland bekannt und kommen hier offenbar aus denselben Ursachen wie auf Åland vor. Weiter gegen Osten, im åboländischen Schärenhofe, sind einige von ihnen beobachtet worden, aber nur in den Kalksteingebieten von Pargas und Korpo oder in Brändö (Ost-Åland) auf der Kalkinsel Harholmen. Ich möchte hier einige als Belege kurz erwähnen, ohne die Fundorte zu zitieren.

*Distichium inclinatum*, *Onchophorus virens*, *Astomum crispum* (einzige Lok. in Finnl., nächst. Fundpl. Uppland), *Weisia crispata* (sonst nicht in Finnl., nicht in Schweden; am nächsten in Norwegen u. Mitteleuropa), *Hymenostylium curvirostre* (nächste Lok. in Kuusamo, auf Gottland und in Jämtland), *Didymodon tophaceus* (Gottland), *Barbula cylindrica* (Gottland), *Acaulon muticum* (Uppland), *Bryum Brownii* (Petsamo, Norwegen), *B. versisporum* (Ab Lajo, Dalarna, Jämtland), *B. neodamense* (Ostrobottnia bor., Kuusamo, Ångermanland, Jämtl., Öland), *Cinclidium stygium*, *Amblyodon dealbatus* (Karelia onegens., Uppl.), *Meesea longiseta*, *triquetra* u. *trichodes*, *Paludella squarrosa*, *Catoscopium nigratum*, *Philonotis calcarea* (Gottl., Närke, Härjedalen), *Myurella julacea*, *Campylium helodes* (Karelia ladog., Gestrikland, Gottland), *C. chrysophyllum*, *C. protensum*, *Cratoneurum glaucum* var. *falcatum* (Savonia bor., Uppl.), *Drepanocladus lycopodioides*.

Stützen für seine Entfernungshypothese meint PALMGREN indessen in seiner Arbeit »Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter« vom Jahre 1925 vorführen zu können. Er sagt (l. c. S. 97).

»Diese nach Osten abnehmende Frequenz kann kaum mit veränderten klimatischen und auch nicht in erwähnenswertem Grad mit veränderten Standortverhältnissen in Verbindung gebracht werden. Von den östlichen Kirchspielen weisen Föglö, Sottunga, Kökar und ganz besonders Kumlinge und Brändö eine sehr reich entwickelte Laubwiesenvegetation mit, wie es scheint, allen Möglichkeiten einer artenreichen Flora auf. Sie bieten in dieser Hinsicht ebenso günstige, teilweise günstigere Bedingungen als im Durchschnitt die westlichen Kirchspiele.« Von mir kursiviert.)

Ich verweise nur auf die früher erwähnte Tatsache, dass der Kalkgehalt des Bodens gegen Osten und ganz besonders in Kumlinge und Brändö schnell und stark abnimmt. Vgl. im übrigen meine obige Darstellung (S. 74—77).

Ferner (S. 98—99):

»Meine Untersuchung »Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor« baute auf Studien in dem åländischen Schärenarchipel, doch mit Ausnahme der zwei östlichsten Kirchspiele Kumlinge und Brändö. Für diese konnte ich mich nur auf eine Studie von BERGROTH aus dem Jahre 1894 stützen. Im Sommer 1923 war es mir indes möglich, die Untersuchungen auch auf die genannten Kirchspiele auszudehnen. Sie bestätigen vollauf und mit Nachdruck die Richtigkeit der Schlüsse über die Entfernung als pflanzengeographischen Faktor, zu denen ich gekommen war. Die Artenzahl, die sukzessiv ostwärts auf Åland abgenommen hat, zeigt eine weitere Verminderung für das jenseits des Delet gelegene Kumlinge sowie noch mehr für das nordöstlich davon, jenseits des Lappvesi gelegene Brändö (vgl. S. 29). Und diese Verminderung macht sich geltend, trotzdem beide Kirchspiele in reichlicher Menge und üppiger Gestalt Laubwiesenvegetation aufweisen. Ganz besonders gilt dies von Brändö, das das laubwiesenreichste von allen åländischen Kirchspielen ist. Beide Kirchspiele nehmen ferner ein sehr ausgedehntes Areal ein. Die Vorbedingungen einer artenreichen

Flora erscheinen mithin für sie in mehreren Hinsichten sehr gross, jedenfalls ebenso gross wie für die westlichen Kirchspiele. Nur die geographische Lage ist unvorteilhaft. *Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor hat der Flora von Kumlinge und Brändö ungeahnt stark ihren Stempel aufgedrückt.* (Von PALMGREN kursiviert.)

Es bedeutet selbstverständlich wenig für die Laubwiesenartenzahl, wenn in Kumlinge und Brändö Laubwiesenvegetation in »reichlicher Menge» und in »üppiger Gestalt» vorhanden ist. Hier haben wir ja mit zwei grundverschiedenen Wesenszügen der Pflanzendecke zu thun. Dass ein kalkreicher Boden eine artenreichere Pflanzendecke (wenigstens auf unseren Breiten) entwickelt, ist — wie früher gesagt — allgemein bekannt und anerkannt (bei uns besonders von PESOLA, S. 220, hervorgehoben). PALMGREN's Aussage, dass für Kumlinge und Brändö »nur die geographische Lage» unvorteilhaft sei, *steht in Widerspruch zu den Tatsachen* (vgl. oben was über die starke Abnahme des Kalkgehaltes ostwärts gesagt ist).

PALMGREN sagt weiter (S. 98): »Die östlichen Kirchspiele zeigen auch eine ganze Reihe Repräsentanten der südlicheren Arten Ålands sowie von Arten mit Ansprüchen an kalkhaltigen Boden, die auf Åland ein so hervorstechendes Element bilden, ohne dass irgendetwas in ihrem Auftreten darauf deutet, dass sie hier nicht vollständig zuhause wären.»

Wo finden sich in Kumlinge und Brändö z. B. *Taxus*, *Rubus caesius*, *Sesleria*, *Scirpus compressus*, *Carex pulicaris*, *ornithopoda*, *diversicolor*, *hornschuchiana*, *lepidocarpa*, *capillaris*, *Selaginella*, *Cypripedium*, *Ophrys*, *Orchis masculus*, *incarnatus*, *cruentus*, *Herminium*, *Cephalanthera longifolia*, *Helleborine palustris*, *Polygala comosum* und *amarellum*, *Seseli libanotis*, *Pinguicula vulgaris*, *Asperula tinctoria*, *Crepis praemorsa*? Ist es wohl ein Zufall, durch die Entfernung als pflanzengeographischen Faktor geregelt, dass diese calziphilten Arten gerade in denjenigen Kirchspielen fehlen, wo auch der kalkreiche Mergelton fehlt und wo silurische Moräne mit sehr bescheidenen Calciumkarbonatprozenten nur spärlich vorkommen? Die Behauptung PALMGREN's, dass in bezug auf die Vorbedingungen einer artenreichen Flora der einzige Unterschied zwischen Kumlinge-Brändö einerseits und den west-äländischen Kirchspielen andererseits »nur die geographische Lage» sei, ist nicht richtig. *Somit entbehrt die von PALMGREN kursivierte und mit Nachdruck angeführte Versicherung, dass die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor der Flora von Kumlinge und Brändö ungeahnt stark ihren Stempel aufgedrückt habe, die nötige Begründung.*

PALMGREN sucht ferner (l. c. S. 100) die Entfernungslehre durch die nach Osten hin sinkende Artenzahl der *Nadelwaldvegetation* zu stützen. Diese Stütze verliert an Wert wenn man die Liste über die Exkursionsgebiete nebst Datumangaben bei PALMGREN 1922, S. 5—7, durchmustert. Er sagt

selber, dass Föglö (3 Exkursionsgebiete) und Sottunga (1 Exkursionsgebiet) wegen ihrer Terrainverhältnisse mit den übrigen nicht ganz vergleichbar sind (1922, S. 65). Somit fallen diese Kirchspiele bei einer Entfernungsdiskussion weg. Aber auch Lumparland und Vårdö scheinen mir nicht ohne Reservation mit den westlicheren Kirchspielen vergleichbar. In Lumparland sind *nur* 2 Exkursionsgebiete untersucht worden (gegen 11 in Lemland, 14 in Jomala, 10 in Hammarland, 5 in Eckerö, 8 in Geta, 10 in Finström, 7 in Saltvik), was ja für die Artenzahl nicht ohne Bedeutung gewesen sein dürfte. In Vårdö sind die Exkursionsgebiete 4, aber *von diesen sind 3 innerhalb eines und desselben Herbsttages (9. IX. 1922) untersucht*, was kaum für eine Feststellung der Artenzahl des Kirchspieles hinreicht. Auch für Sund ist dieselbe Fehlerquelle vorhanden: von den 6 Exkursionsgebieten sind nicht weniger als 4 innerhalb eines und desselben Tages (23. VIII. 1918) durchstreift. *Dass gerade die östlichen Kirchspiele, wo eine abnehmende Artenzahl als Beweis für die Entfernungslehre herangezogen wird, bedeutend weniger als die westlichen Kirchspiele untersucht worden sind, scheint mir recht bedenklich.*

Zuletzt sagt PALMGREN (1925a, S. 100): »Auch unter den Arten der Ufervegetation ist eine Abnahme der Frequenz nach Osten hin zu bemerken.« Er zählt 12 Arten auf. Von diesen sind *Carex distans*, *C. extensa* und *Trifolium fragiferum* calziphil, *Valerianella* auch einigermaßen calziphil und ausserdem keine wahre Litoralpflanze (PALMGREN will ja sie sogar zu der Laubwiesenvegetation zählen, 1925a, S. 53, Fussnote), *Carex arenaria*, *Salsola* und *Samolus* wegen ihrer sehr grossen Seltenheit kaum beweisend (die zwei erstgenannten ausserdem im åboländischen Schärenhof auftretend, was ihre Abnahme gegen Osten völlig paralysiert), *Mentha litoralis* endemisch im nordwestlichen Baltikum; für *Cochlearia* ist eine Abnahme ostwärts ganz fraglich. *Eine Abnahme der Litoralelemente gegen Osten dürfte im Schärenmeer Südwest-Finnlands eine Ausnahmeerscheinung sein. Wir finden eine weit grössere Anzahl Litoralarten, die umgekehrt gegen Westen abnehmen, indem sie deutliche Frequenzmaxima im zentralen Schärenmeer haben und von dort nach allen Richtungen abklingen. Die Uferarten bieten keine Stütze für die Entfernungslehre.* Sie werden weiter unten (S. 93) näher besprochen.

Zusammenfassend behauptet PALMGREN (1925a, S. 101):

»Aus der obigen Darstellung ist hervorgegangen, dass verschiedene Arten auf Åland eine kürzere oder längere Strecke vor der Ostgrenze der Landschaft aufhören, ohne dass dies seinen Grund in Ausbreitungsschranken dieser oder jener Art hat. Es ist einem Detailstudium der Flora gelungen, *die Natur dieser Linien als durch die Entfernung bestimmt festzustellen und damit die meist sehr schwierige Frage nach dem Grund des Aufhörens einer Art zu lösen.*« (Von mir kursiviert.)



So einfach dürften die Kausalitätsprobleme der lebendigen Natur kaum gelöst werden können! Nach allem, was ich hier oben angeführt habe, *hat die Entfernung im Sinne PALMGREN's keine Berechtigung als Erklärungsgrund der regionalen Florenverteilung des Schärenmeeres Südwest-Finnlands.*

Nach PALMGREN's Auffassung ist ein grosser Teil der åländischen Pflanzenarten aus Schweden, zunächst aus Uppland, eingewandert. In seiner Arbeit vom Jahre 1927, »Die Einwanderungswege der Flora nach den Ålandsinseln I« macht er u. a. geltend:

»Von Schweden scheint eine Einwanderung für nur 11 Arten ausgeschlossen. — Ganz augenscheinlich ergibt sich eine solche für 299 Arten (von diesen wohl 149 nur aus Schweden).« (l. c. S. 79.)

»Die obigen Zahlen lassen ohne Zweifel erkennen, dass sich die åländische Flora zu einem ganz überwiegenden Teil aus Schweden rekrutiert hat. Von Finnland her ist die Einwanderung augenscheinlich sehr schwach gewesen. Stärker, aber doch kaum bedeutend ist sie vom Ostbaltikum her gewesen.« (S. 79. Von PALMGREN kursiviert.)

»Die Anzahl der Arten, für die der Einwanderungsweg oder die Einwanderungswege nicht direkt festgestellt werden konnte, ist zwar bedeutend (343), aber doch kaum so beträchtlich, wie man im Hinblick auf die Lage Ålands zu erwarten berechtigt gewesen ist. Die positiven wie auch die negativen Ziffern, die sich aus unserem Studium ergeben haben, scheinen jedoch von einem so dominierenden Einwanderungsstrom von Westen zu zeugen, dass man zu der Annahme berechtigt scheint, dass auch die Mehrzahl der betreffenden Arten wenigstens hauptsächlich aus Schweden eingewandert sind.« (S. 79—80. Von PALMGREN kursiviert.)

Ich kann der Meinung PALMGREN's nicht beipflichten. Die Rede von einem solchen grossen Einwanderungsstrom Uppland—Åland und weiter ostwärts hat in unserer botanischen Literatur fortgelebt, dürfte aber eher eine nie widerlegte Glaubenssache als eine beweisbare Realität sein.

Meine abweichende Auffassung fusst auf folgenden Umständen.

PALMGREN meint, dass die regionale Verteilung der Arten im åländischen Gebiete folgendermassen Beweise ihrer wahrscheinlichen Einwanderung liefert:

»Kommt eine gewisse Art bloss in den westlichen Teilen von Åland vor, so scheint ja die Annahme am nächsten zu liegen, dass sie von Westen her, aus Schweden, eingewandert sei, falls die Art dort verbreitet ist. Kommt sie indessen auch in Estland oder Finnland vor, so ist ja doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Einwanderung teilweise (oder ganz) dorthier stattgefunden hat. Dies ist jedoch weniger wahrscheinlich. Zeigt die betreffende Art eine sukzessive Abnahme von Westen nach Osten, so erscheinen die Wahrscheinlichkeiten für eine Einwanderung von Osten her ja auf alle Fälle recht klein. Ebenso: wenn eine Art auf die südöstlichen oder östlichen Teile von Åland (Kökar, Sot-

tunga, Kumlinge, Brändö) beschränkt ist, so scheint es am nächstliegenden, dass sie aus Estland oder Finnland eingewandert ist, falls sie dort verbreitet ist.» (1927 x S. 19.)

Die oben zitierte Anschauungsweise PALMGREN's scheint so schablonenmässig zu sein, dass sie schon a priori sehr wenig überzeugend wirkt. Dazu kommt, dass er keine Rücksicht auf den innerhalb des Ålandsgebietes von Westen gegen Osten abnehmenden Kalkgehalt des Erdreiches nimmt. Durchmustern wir seine Artenliste (1927x, S. 50—52) unter der Rubrik »Westliche Verbreitung«, finden wir, dass das betreffende Artenkontingent zum überwiegenden Teil calziphile oder eutrofe Elemente umfasst. Dass gerade solche Arten im westlichen Åland, wo der Kalkgehalt des Bodens am höchsten ist, vorkommen, ist ganz erwartungsgemäss, gleichgültig von welchen Himmelsrichtungen her sie auch nach Åland eingewandert sein mögen. (Vgl. was über Erd- und Sumpfmoose oben S. 77—78 gesagt ist.) Dass calziphile Pflanzen gerade im westlichen Åland ausschliesslich oder reichlicher als im östlichen auftreten sowie eine sukzessive Abnahme ostwärts erleiden, beweist somit prinzipiell gar nicht, dass sie von Westen her gekommen zu sein brauchen.

Es ist sehr lehrreich einen Blick auf die regionale Verteilung der Calziphilien jenseits des Ålandsmeeres, in Uppland, zu werfen. Aus den zahlreichen Verbreitungskarten bei ALMQUIST geht sofort hervor, dass die artenreichste und besonders von Calziphilien charakterisierte Flora ganz augenfällig in den nordöstlichen und östlichen Küstengegenden angehäuft ist, wo zugleich die silurreichsten Böden gelegen sind. Von hier aus erleidet die Flora eine deutliche, sukzessive Abnahme gegen Südwesten und Westen. Wir begegnen somit hier einer völlig ähnlichen Erscheinung wie im åländischen Gebiet, aber in umgekehrter Richtung. Gemäss der Anschauungsweise PALMGREN's wären wir nun bezüglich Uppland prinzipiell berechtigt die dortige regionale Florenverteilung als Beweis einer von Nordosten und Osten stattgefundenen Einwanderung zu deuten. Die Logik des soeben Gesagten dürfte unanfechtbar sein. Dies um so mehr wenn wir bedenken, dass die höchsten Punkte der åländischen Hauptinsel früher als die Küstengegenden Upplands aus dem Meere stiegen.

Als Belege reihe ich S. 119—124 eine Anzahl Verbreitungskarten ein. Sie zeigen die regionale Verteilung einiger bemerkenswerteren Arten beiderseits des Ålandsmeeres. Die Kartenunterlage ist der Arbeit von W. BRENNER 1930 entnommen und zeigt die mutmasslichen West- bzw. Ostgrenzen der Silurmoränen beiderseits des Ålandsmeeres (die groben schwarzen Linien; die +-Zeichen geben Silurmoränenvorkommnisse im Osten an) sowie die Westgrenze des kalkhaltigen Glazialtons (die unterbrochene Linie). Wir finden durchgehend, dass die Calziphilien ein Anhäufungszentrum gleich südöstlich von der Stadt Geve aufweisen. Hier ist der Silurgehalt der Moräne und des Tons am höchsten (mit



Kalkprozenten von 20—30 %, vgl. z. B. STERNER, S. 265) und die kalkreichsten Gebiete bilden der Küste entlang einen 20—30 km breiten Gürtel, wo der Kalkgehalt gegen Süden und Südwesten sinkt. Ausserdem finden wir, dass in der Gevle-Gegend eine *scharfe, hochfrequente Verbreitungsgrenze der Calziphilien* gelegen ist. Hier hören auch die Silurmoränen gegen Norden plötzlich auf. Die Verbreitung der Arten in Uppland ist der Monographie ALMQUIST's entnommen; mit grösstem Entgegenkommen hat, wie früher erwähnt, Herr Professor G. SAMUELSSON (Stockholm) die Karten bezüglich des ausserhalb Upplands gelegenen, auf der Karte zu findenden Gebietes komplettiert und nachgeprüft. Für Åland und die übrigen Teile Südwest-Finnlands sind die Arbeiten und Karten von PALMGREN sowie mein eigenes Untersuchungsmaterial benutzt worden. Ferner hat Herr Professor A. PALMGREN gütigst meine Karten bezüglich Åland durchgesehen und vervollständigt wofür ich ihm bestens danke.

Aus den Karten geht unzweideutig hervor, *dass diejenigen Arten, welche in Uppland eine augenfällige Anhäufung im Nordosten haben, auf Åland eine westliche Verbreitung zeigen. Da wir nun wissen, dass gerade im nordöstlichen Uppland und im westlichen Åland die kalkreichsten Böden beiderseits des Ålandsmeeres verbreitet sind, unterliegt es wohl kaum dem geringsten Zweifel, dass die entsprechenden Verbreitungszüge der calziphilien Pflanzen edaphisch bedingt sind und nicht durch etwaige einseitige Einwanderungsströme erklärt werden können.*

Überhaupt scheint mir eine Fragestellung, die sich mit einer solchen einseitigen Einwanderungseventualität beschäftigt, nicht glücklich.

Eine Fiktion sei hier gestattet um meinen Gedankengang zu beleuchten. Angenommen, dass das offene Ålandsmeer nicht existierte, sondern von ähnlichen Landmassen und Archipelen wie im nordöstlichen Uppland und westlichen Åland erfüllt wäre. In diesem Falle dürfte die Frage kaum lauten: Sind die Pflanzen von Uppland nach Åland oder von Åland nach Uppland eingewandert? sondern eher: Woher hat dieses zusammenhängende, silurreiche Gebiet seine Flora empfangen?

Meine obige Fiktion ist aber streng genommen ganz unnötig. *Das nordbaltische Silurgebiet ist tatsächlich eine Einheit, deren Zentrum als anstehende Ostseekalklager unter dem Meeresspiegel gelegen ist und deren kalkreiche Randpartien beiderseits des Ålandsmeeres dank der Regression<sup>1</sup> aus den Wellen gestiegen sind. Somit bilden die einander gegenüberliegenden Randgebiete des Ålandsmeeres eine im grossen und ganzen in sich geschlossene nicht nur geologische und epeirogenetische sondern auch pflanzengeographische (vielleicht allgemein*

<sup>1</sup> Die pflanzengeographische Bedeutung der ungestörten Regression beiderseits des Ålandsmeeres ist mit Recht in überzeugender Weise von KOTILAINEN (1929 S. 127) hervorgehoben worden.

*biologische) Einheit, die in den pflanzengeographischen Problemstellungen als ein unzerlegbares Ganzes beibehalten werden muss. Auch floristisch-genetisch dürfte am ehesten die Flora dieser Einheit gemeinsame Schicksale hinter sich haben. Es scheint durchaus konstruiert zu fragen, ob die östliche Ufergegend ihre Flora von der westlichen rekrutiert hat oder umgekehrt. Bald ist es der eine, bald der andere Teil, bald die beiden Teile, die Diasporen empfangen. Dass ein Austausch von Florenelementen zwischen den beiden Teilen der Einheit stattgefunden hat, dürfte sehr wahrscheinlich sein. Damit steht auch der auffallend ähnliche Florencharakter der beiden Teilgebiete in gutem Einklang. Die Tatsache, dass das westliche Åland bezüglich der Pflanzenwelt so grosse Übereinstimmung mit dem östlichen und nordöstlichen Uppland zeigt, kann offenbar nicht als Stütze für einen grossen, einseitigen Einwanderungsstrom von Uppland nach Åland verwendet werden.*

Wie ginge es wohl, wenn ganz Uppland oder Mittel-Schweden nicht existierte, aber alles im übrigen unverändert wäre? Es scheint mir unwahrscheinlich, dass in diesem Falle die Flora Ålands um 149 Arten ärmer als heute (PALMGREN 1927x, S. 79, führt diese Zahl für die »nur aus Schweden« gekommenen Arten an) und West-Åland artenärmer als Ost-Åland wäre.

Die natürlichste Fragestellung bezüglich der uppländisch-äländischen Calziphilen, die ja oft auf weiten Strecken ringsum fehlen oder äusserst selten sind, dürfte zunächst lauten: *Woher sind sie nach den Randgebieten des Ålandsmeeres gekommen?* Die Beantwortung dieser Frage dürfte eine durchaus schwierige und kaum ausführbare Aufgabe sein.

Als Stütze für eine hauptsächlich von Westen her stattgefundene Einwanderung erwähnt PALMGREN (1927x, S. 34): »Es sei noch bemerkt, dass eine recht bedeutende Anzahl der für Åland und die Regio Aboënsis gemeinsamen Arten in der letzteren Landschaft *beträchtlich seltener sind*. So dürfte es sich jedenfalls mit den folgenden verhalten.« (Von mir kursiviert.) Eine grosse Anzahl wird aufgezählt. Ich muss mich hier reservieren, denn ich finde es prinzipiell nicht richtig Schlüsse über die Frequenz in einer Landschaft zu ziehen, *die sehr mangelhaft erforscht ist und wo die niedrige Frequenz somit nur eine scheinbare sein kann*. Zwar sind zur Zeit Korpo, Houtskär, Süd-Nagu, Gustafs und Kimito-Hitis recht befriedigend untersucht worden, *aber die Resultate liegen noch nicht in der Literatur vor*. Obwohl die Kirchspiele Nagu (der grösste Teil) und Rimito praktisch gesehen floristisch völlig unbekannt sind und die Kirchspiele Iniö, Velkua, Töfsala und Pargas sowie Bromarv sehr wenig bekannt sind, kann ich schon heute feststellen, dass die obige Behauptung PALMGREN's in bezug auf mehrere Arten derart unrichtig ist, dass sie *umgekehrt in der Regio aboënsis eine höhere festgestellte Frequenz als im äländischen Gebiet haben*. Von solchen Arten könnten beispielsweise genannt werden *Polygonatum multiflorum* (Karte S. 130), *Cerastium semidecandrum*

(Karte S. 29), *Ranunculus ficaria* (Karte S. 132), *Cardamine hirsuta* (Karte S. 129), *Saxifraga tridactylites* (Karte S. 130), *Cynanchum* (Karte S. 36), *Myosotis collina*, *Scutellaria hastifolia* (Karte S. 131), *Artemisia campestris* (Karte S. 133).

Es ist recht interessant einen Vergleich zwischen denjenigen Arten anzustellen, die einerseits auf Åland vorkommen aber in Regio aboënsis fehlen, andererseits in dieser Landschaft vorhanden sind aber auf Åland fehlen. Wir finden:

In A1 aber nicht in Ab 60 Arten,  
» Ab » » » A1 69 »

Somit recht gleichgrosse Zahlen. Untersuchen wir nun in beiden Fällen die Artensummen in bezug auf die ausgeprägten Calziphilen finden wir unter den 60 Arten Ålands nicht weniger als 32 oder 53,3 % Calziphilen, unter den 69 Arten Åbolands nur 2 oder 2,9 % (*Cephalanthera rubra* und *Saxifraga adscendens*). Die Zahlen sind einigermassen Exponenten für den Unterschied zwischen den Standböden in A1 und Ab.

In der obenstehenden Darstellung ist die Bedeutung des gegen Osten sinkenden Kalkgehaltes des Bodens stark hervorgehoben worden. Es sei sofort betont, dass ich diese Kalkabnahme keineswegs als den einzigen bedeutungsvollen artenverteilenden Faktor betrachte. Dies wäre ja durchaus einseitig und in vielen Fällen auch unrichtig. Ebensowenig ist diese Abnahme als eine kontinuierliche anzusehen. Die qualitative Artenverteilung in den ostäländisch-weståboländischen Schärenhöfen spricht entschieden dagegen. Die stärker kalkhaltigen bzw. die ausgesprochen günstigen Böden sind inselartig in Bezirken eines schlechteren Typus eingestreut. Diese ausgesprochen gutbödigen Oasen liegen im östlichen Schärenarchipel Ålands (bzw. des westlichsten Åbolands) immer lichter zerstreut. Die ohne Zweifel sehr grosse Bedeutung dieses Umstandes ist von PALMGREN (1925a, S. 89) klar und überzeugend hervorgehoben worden:

»Vergleicht man die Frequenz der Arten in zwei Gebieten, wo sich günstige Standorte in verschiedenem Grade darbieten, so findet man für mehrere Arten, zunächst für die selteneren, dass die Zahl der Fundorte in den beiden Gebieten nicht in derselben Proportion zu der Zahl der geeigneten Standorte steht. Vielmehr nimmt sie in stärkerer Progression als die Zahl dieser ab.« (Von mir kursiviert.)

Es scheint als hätte PALMGREN hier einen pflanzengeographischen Faktor grosser Tragweite erwähnt, der einen weit natürlicheren Erklärungsgrund der regionalen Verteilung der äländischen Flora liefert als die Entfernung als wirkende Ursache.

Eine solche »gute« Oase scheint in Kökar gelegen zu sein, die zugleich im Schärenmeere den südöstlichsten bisher bekannten Aussenposten des kalkhaltigen Glazialtons bildet. In den nördlichen Teilen des ostäländischen Schärenhofes ist, wie früher gesagt, der kalkhaltige Glazialton nicht mehr östlich vom Vårdö-Gebiet gefunden worden. Dass sich die Laubwiesenartenzahl für Vårdö so niedrig wie 234 stellt (PALMGREN 1921) dürfte, wie auch PALMGREN (l. c. S. 43) andeutet, einigermaßen durch einen intensiveren Anbau erklärt werden. Dazu kommt, dass spätere Untersuchungen im nördlichsten Archipel von Vårdö mehrere wichtige Arten für Vårdö festgestellt haben. Wieviel weiss ich nicht, aber laut der Karten bei PALMGREN 1927<sup>x</sup> sind wenigstens die folgenden für Vårdö hinzugekommen: *Brachypodium pinnatum*, *Carex flava*, *Gymnadenia conopsea*, *Cephalanthera longifolia*, *Ranunculus ficaria*, *Draba incana*, *Crataegus monogyna*, *Knautia* und *Hypochoeris maculata*. Dass Kökar nur 243 Arten aufweist scheint eigentlich kein Wunder wenn man bedenkt, dass daselbst die grössten Inseln (Fasta Kökar) »so gut wie ein einziges zusammenhängendes Weideland ausmachen« und so »wahrscheinlich seit Jahrhunderten« gewesen sind (PALMGREN 1915—1917, S. 488. Orig. schwed.). Dass sogar eine beträchtliche Anzahl Arten von der Flora Kökars durch den anthropogenen Faktorenkomplex verjagt worden ist, scheint durchaus sicher. Ich möchte glauben — vor allem auf Grund des dortigen Vorkommens zahlreicher anspruchsvoller und calziphiler Elemente — dass Kökar eines von den aller artenreichsten und schönsten Laubwiesengebieten Südwest-Finnlands wäre, wenn nicht die menschliche Tätigkeit so verheerende sowohl intensive als extensive Wirkungen ausgeübt hätte. Die Grössenordnung der Artenzahl Kökars dürfte somit von ganz anderen Faktoren als von der Entfernung bedingt sein, sie ist m. a. W. »artifizial« niedrig.<sup>1</sup>

Bezüglich der Artenzahlen der ostäländischen Schärenkirchspiele sei hier eine prognostische Spekulation gestattet.

Es ist mir unmöglich zu glauben, dass die z. B. für Kumlinge und Brändö

<sup>1</sup> Dass in Kökar durch erneute Untersuchungen mehrere daselbst noch nicht angetroffene Arten aufgespürt werden können wird durch den Umstand gestützt, dass Mag. PETTERSSON und ich während einer nur zweitägigen Exkursion nach Kökar Ende Juli 1930 u. a. die folgenden 8 für das Kirchspiel von PALMGREN 1921 nicht erwähnten Laubwiesen-Arten antrafen: *Poa compressa*, *Myosurus minimus*, *Cotoneaster integerrima*, *Crataegus curvisepala*, *Alchemilla pastoralis*, *Agrimonia odorata*, *Trifolium montanum*, *Epilobium montanum*. Dazu kam der für Åland neue *Juncus fuscoater*.

von BERGROTH gefundenen Artenzahlen ihre Gipfelwerte annähernd wieder spiegeln. Die Artenzahlen in Korpo und Houtskär scheinen einen derartigen Sachverhalt sehr unwahrscheinlich zu machen. Ich möchte behaupten, dass, wenn diese Kirchspiele ebenso genau wie Korpo und Houtskär untersucht werden würden, ihre Laubwiesenartenzahlen wenigstens um 30 bis 40 Einheiten stiegen. Eine Untersuchung der Artenlisten für Kumlinge bzw. Brändö (BERGROTH, PALMGREN 1921) in bezug auf diejenigen Arten, welche für die betreffenden Kirchspiele nicht angeführt werden, lässt eine solche Annahme als nicht unberechtigt erscheinen. Wenn wir den bedeutend geringeren Kalkgehalt des Bodens (u. a. das Fehlen kalkhaltigen Glazialtons) in den erwähnten Kirchspielen berücksichtigen, müssen wir bei einem Vergleich mit den Artenzahlen im westlichen Åland wenigstens rund 20 ausgesprochene Calziphilien eliminieren, die weder in Kumlinge-Brändö noch in Korpo-Houtskär Existenzbedingungen haben dürften. *Es dürfte sich zukünftig zeigen, dass die Artenzahlen in den östlichen Schärengebieten Ålands wie auch in den westlichen Inselgebieten Åbolands nach einer Eliminierung der allercalziphilsten Arten, die nur in West-Åland gedeihen, kaum eine erwähnenswertere Reduktion zeigen, wenn man sie mit den westlicheren Gegenden vergleicht.* Schwankungen der Zahlen sind natürlich zu erwarten, aber eine gesetzmässige Abnahme der Artenzahlen in gewissen Himmelsrichtungen dürfte innerhalb des Schärenmeeres nicht existieren. Die Schwankungen sind durch die mosaikenartige Verteilung der verschiedenen Standorte bedingt. Artenärmere Lakunen wechseln mit artenreichen Konzentrationsgebieten ab. Bald greifen artenreiche Inselstriche tief in artenärmere Archipele ein, bald liegen bezüglich ihres Florencharakters ganz verschiedenartige aber gemäss dem allgemeinen Standortstypus ähnliche Gebiete neben einander, sogar auf einer und derselben relativ kleinen Insel, bald treten hinter trivialen Vegetationsarealen plötzlich und ganz unerwartet reiche Oasen wieder auf. Mit diesem bunten und launenhaften Artenverteilungscharakter vor Augen scheint es berechtigt hier auszusagen, dass die naturhistorischen Provinzen Alandia und Regio aboënsis im Schärenmeere Südwest-Finnlands derart in einander übergehen, dass alle Bestrebungen etwaige pflanzengeographische Grenzen zwischen den beiden Provinzen zu entdecken zum Misslingen verurteilt sein dürften.

Wenn wir überhaupt in bezug auf die Schärenmeerflora einen artenverteilenden Hauptfaktor finden wollen, scheint dieser in den Standortverhältnissen gegeben zu sein. Im allgemeinen dürfte das Klima des Schärenmeeres der Mehrzahl der Florenelemente Existenzbedingungen gewähren, obwohl im einzelnen lokalklimatische Verschiedenheiten nicht ohne Bedeutung sind. Für den früher erwähnten »Schärenpflanzen«-Typus dürfte der klimatische Standort weit bedeutungsvoller als der substratische sein. Siehe die Karten S. 36. So scheint beispielsweise *Betula verrucosa* von einem maritimeren

Klima gehemmt zu sein. Anders kann ich zur Zeit ihre heutige Verbreitung in Korpo-Houtskär nicht erklären (vgl. die Karten über *B. verrucosa* und *B. pubescens* S. 33). Wenn wir das ganze Schärenmeer in Betracht nehmen, ist seine Ausdehnung in ost-westlicher und nord-südlicher Richtung so beträchtlich, dass wir wahrscheinlich nicht berechtigt sind von einer artenverteilenden Wirkung des Klimas im weiteren Sinne ganz abzusehen. Gegenwärtig ist es jedoch unmöglich etwaige klimatisch bedingte Artenareale einwandfrei festzustellen, weil gerade die in dieser Hinsicht »kritischen« Grenzgebiete floristisch ungenügend bekannt sind.

Obwohl die Standortsverteilung und zwar ganz besonders die regionale Verbreitung der stärker kalkhaltigen Böden für den allgemeinen Florencharakter des Schärenmeeres ausschlaggebend gewesen ist, muss jedoch anerkannt werden, dass eine nicht unbedeutende Anzahl Arten ausbreitungsbiologisch bedingte Areale unverkennbar aufweisen. Hierbei sind natürlich in erster Linie die Hauptwirkungsrichtungen der natürlichen Ausbreitungsagencien von grösster Bedeutung.

Für eine Besähung durch *Anemochorie* liegen die westlicheren Gegenden des Schärenmeeres gegen Uppland und Södermanland in Schweden gut exponiert, während die zentralen Teile des Schärenmeeres besonders gegen West-Estland eine günstige Lage haben. Die vorherrschenden Winde im Schärenhofs Südwest-Finnlands sind bekanntlich südwestlich und südlich. Das Schärenmeer als Ganzes betrachtet dürfte beinahe gleich grosse Aussichten für einen anemochoren Diasporenempfang von Süden oder Südwesten her gehabt haben. Ich halte für wahrscheinlich, dass mehrere Florenelemente von Schweden gekommen sind, aber der Annahme einer durchaus überwiegenden und einseitigen Ausbreitung von der schwedischen Seite her kann ich, wie früher gesagt, nicht beipflichten.

In bezug auf den ornithochoren Ausbreitungsmodus scheint das zentrale Schärenmeer wenigstens gleich grosse Besähungsaussichten wie das westliche zu haben.

Die Strombewegungen der Ostsee zeigen einen Verlauf, der den westlichen Teilen des Schärenmeeres eine sehr ungünstige Exposition für die Bewachsung von Südwesten her verleiht. Hydrochor ausgebreitete Diasporen haben weit grössere Aussichten sogar nach dem westlichen Åland von Ostbaltikum her zu gelangen als von Schweden. Diese Seite der Sache wird im unten folgenden Kapitel eingehender beleuchtet. Vgl. auch die Karten über die Meeresströmungen innerhalb des Schärenmeeres S. 98 und S. 132. Dass mehrere auch nicht-litorale Arten akzidenziell durch die baltische Meeresdrift ausgebreitet werden können, dürfte sicher sein. Dafür spricht die Tatsache, dass die Keimungsfähigkeit ihrer Samen selbst nach monatelanger Einwirkung des Ostseewassers nicht vernichtet wird. (Vgl. EKLUND 1927d u. f, 1929a.)



Beachten wir den verhältnismässig kleinen trennenden Abstand zwischen Ostbaltikum und dem zentralen Schärenmeer Südwest-Finnlands und die günstigen Ausbreitungsbedingungen von Süden gegen Norden scheint mir die Annahme nicht unbegründet, dass das zentrale Schärenmeer (vor allem die Front Kökar—Hangö) ein wichtiges Empfangsgebiet von Süden her kommender Diasporen gewesen ist und natürlich noch heute ist. Von hier aus hat dann eine Sekundärexpansion in verschiedenen Himmelsrichtungen über die Inselbrücken des Schärenmeeres stattgefunden. Dass nicht zahlreichere von den calziphilien Elementen des estländischen Silurgebietes im zentralen Schärenhof Fuss gefasst haben, ist durch edaphische Umstände kausal bedingt. Nur in Kökar, wo silurreichere Böden auftreten, haben solche Arten Keimungs- und Konkurrenzmöglichkeiten gefunden. Kökar kann somit in mehreren Fällen ein wichtiges »Eingangstor« für Calziphilien bei ihrem Eindringen ins Schärenmeer gewesen sein, eine Etappenstation, die für die Besiedelung West-Ålands und sogar in einigen Fällen für diejenige Upplands eine Rolle gespielt hat.<sup>1</sup> Die verheerende Tätigkeit des Menschen dürfte, wie früher gesagt, nicht nur die absolute ursprüngliche Artenzahl des Kirchspieles sondern auch die Frequenz mehrerer heute daselbst noch vorkommenden Arten in negativer Richtung verschoben und somit scheinbar die Bedeutung Kökars als sekundäres Ausbreitungszentrum verringert haben.

Es dürfte im allgemeinen fast unmöglich sein mit Sicherheit zu sagen, wie viele und welche Arten von Süden her ins Schärenmeer eingedrungen sind. Jedenfalls möchte ich vermuten, dass dies wenigstens mit den folgenden Laubwiesenarten der Fall sein kann:

*R. ficaria* Karte S. 132  
*Cardamine hirsuta* Karte S. 129  
*Arabis hirsuta*  
*Saxifraga tridactylites* Karte S. 130  
*Crataegus curvisepala*  
*Alchemilla pubescens*  
*Agrimonia eupatoria*  
*Geranium sanguineum*

*Rhamnus cathartica*  
*Hypericum hirsutum* Karte S. 128  
*Myosotis collina*  
*Satureja vulgaris*  
*Origanum vulgare*  
*Melampyrum cristatum*  
*Plantago lanceolata*  
*Artemisia campestris* Karte S. 133

Ihr Auftreten in der Regio aboënsis scheint bestimmt darauf zu deuten. Es ist jedoch zu früh näher auf die Sache einzugehen.

Auch von Osten her, vom festländischen Finnland ausgehend, dürfte eine

<sup>1</sup> Haben einmal die Calziphilien die westlichen Teile Ålands, wo kalkreiche Böden reichlich vorhanden sind, erreicht, sind hier die Aussichten einer sehr viel schnelleren Sekundärexpansion beträchtlich vergrößert. Im Westen wuchs ihre Frequenz somit schnell, im Osten unterliegt sie kaum eine erwähnenswerte positive Verschiebung.

nicht unbeträchtliche Anzahl Arten gegen Westen bis nach Åland gedrungen sein. Unter solchen mögen vor allem erwähnt werden z. B.:

*Picea excelsa*  
*Quercus robur*  
*Polygonum dumetorum*  
*Stellaria holostea* Karte S. 126  
*Anemone ranunculoides*  
*Ranunculus cassubicus*  
*Alchemilla pastoralis*  
*A. acutangula*

*A. subcrenata*  
*A. obtusa* (von Ostbalt.?)  
*Lathyrus montanus*  
*Acer platanoides*  
*Tilia cordata*  
*Daphne mezereum*  
*Ajuga pyramidalis*  
*Melampyrum nemorosum*

*Alnus incana* auf Åland (einzige Lokalität: Finbo bei Eckerö) dürfte von Norden her (von den Bottnischen Küstengegenden) durch die Meeresdrift ausgebreitet sein. Bedeutungsvoll ist, dass die Strombewegungen (vor allem im Frühling) in dieser Hinsicht günstig sind, und dass SERNANDER (1901a, S. 130—132) gerade in den westlichsten und nordwestlichsten Gegenden Ålands reichlich angeschwemmte Früchte von *Alnus incana* gefunden hat.

Betreffs der meisten Farnpflanzen dürfte es unmöglich sein etwaige Schlüsse über ihre Einwanderungsrichtung zu ziehen. Sie können aus weiten Fernen stammen. Ich finde die Annahme PALMGREN's (1927x, S. 130), dass Arten wie z. B. *Struthiopteris*, *Dryopteris thelypteris*, *Blechnum*, *Botrychium simplex*, *Equisetum hiemale*, *variegatum* und *scirpoides*, *Lycopodium inundatum* und *Selaginella* »ausschliesslich westliche Einwanderer« wären, sehr wenig überzeugend. Jedenfalls fehlen bei PALMGREN reelle Stützen für eine solche Annahme.

Dass die Ubiquisten kreuz und quer innerhalb des Schärenmeeres migriert sind und auch gegenwärtig wohl hin und wieder migrieren, scheint ohne weiteres klar. Dass man nicht über die Einwanderungswege allein auf Grund der regionalen Verteilung einer Art einwandfreie Schlüsse ziehen kann, hat PALMGREN selbst (1927x, S. 65) in bezug auf *Gentiana suecica* gezeigt. Auch andere lehrreiche Beispiele können herangezogen werden. So haben z. B. *Stellaria holostea* und *Alchemilla obtusa* auf Åland eine westliche Verbreitung, obwohl sie nicht von Westen her eingewandert sein dürften, ferner *Alnus incana*, *Ranunculus cassubicus*, *Lathyrus montanus*<sup>1</sup>, *Melampyrum nemorosum* u. a. Umgekehrt gibt es Arten, die in Ostbaltikum zu fehlen scheinen aber dennoch im Schärenmeere zwei Verbreitungsgebiete, ein westliches und ein östliches oder südöstliches, haben. Solche sind vor allem *Gentiana suecica* und *Arctium vulgare*. Diese Art ist der schönste Vertreter dieser Verbreitungs-

<sup>1</sup> Diese Art, die vielleicht calziphob ist, vermeidet (laut der Karte bei PALMGREN 1927 x) auf Åland die kalkreichsten Gegenden. Dieser Umstand wird auch von ALMQVIST (S. 444, Fussnote) erwähnt.



gruppe, aber wird merkwürdigerweise von PALMGREN (1927x) aus der Liste S. 55 ausgeschlossen. Gleichartige Verbreitungsareale haben u. a. *Geranium lucidum* und *Saxifraga tridactylites*. *Geranium lucidum* ist in Ostbaltikum sehr selten, *Saxifraga tridactylites* dagegen häufig. *Polygala amarellum* hat in Kökar-Houtskär ein deutliches östliches Verbreitungszentrum. Sie ist in Ostbaltikum häufig. Solchen Beispielen gegenüber muss man sich fragen: Können nicht dieselben Ursachen, die die östlichen Verbreitungszentren einiger in Ostbaltikum fehlenden Arten bedingen, auch für einige andere Arten, die daselbst vorkommen, wirksam gewesen sein, ohne dass diese von Ostbaltikum her eingewandert zu sein brauchen? Und ferner: Können nicht mehrere kalkbegünstigte Arten von Ostbaltikum nach Åland eingewandert sein, obwohl sie daselbst nunmehr auf Grund der regionalen Verteilung der kalkhaltigen Böden eine distinkte westliche Verbreitung oder ein östliches und ein westliches Verbreitungsgebiet ausgeformt haben? Ich möchte glauben, dass die beiden Fragen bejaht werden müssen.

Schliesslich seien einige Worte den calziphilien Heliophilen Ålands und denen des Schärenmeeres überhaupt gewidmet. Nicht wenige von ihnen erreichen auf Fasta Åland eine  $\pm$  hohe Frequenz, die dann gegen Osten abklingt. Als gute Vertreter dieser Gruppe mögen vor allem folgende erwähnt werden:

<i>Saxifraga granulata</i>	<i>A. plicata</i>	<i>Satureja acinos</i>
<i>Fragaria viridis</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Veronica spicata</i>
<i>Potentilla Tabernaemont.</i>	<i>Geranium molle</i>	<i>Plantago media</i>
<i>P. reptans</i>	<i>Helianthemum vulgare</i>	<i>Carlina vulgaris</i>
<i>Alchemilla pubescens</i>	<i>Seseli libanotis</i>	

Alle diese sind ausserdem deutlich *hemerophil* und es unterliegt keinem Zweifel dass die Hauptursachen ihrer auffallend hohen Frequenz auf Fasta Åland in einem Zusammenwirken der edaphischen und anthropogenen Faktoren zu finden sind. Stark kulturbegünstigt,<sup>1</sup> obwohl in standörtlicher Hinsicht weniger fordernd, sind z. B. die unten angeführten, deren Frequenz durch die anthropogenen Faktoren in positiver Richtung verschoben worden ist:

<i>Poa compressa</i>	<i>Scleranthus annuus</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Bromus mollis</i>	<i>Ranunculus bulbosus</i>	<i>Polygala vulgaris</i>
<i>Carex verna</i>	<i>Sedum annuum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Cerastium semidecandrum</i>	<i>S. album</i>	<i>Knautia arvensis</i>
	<i>Trifolium arvense</i>	<i>Solidago virgaurea</i>

Mein in mehreren Hinsichten absichtlich fragmentarischer Versuch, einige Gesichtspunkte auf die Analyse der Schärenmeerflora Südwest-Finnlands an-

<sup>1</sup> Auf Grund eigener Beobachtungen möchte ich *Androsace septentrionalis* auf Åland als anthropochor betrachten.

zulegen, sei nun abgeschlossen. Ein grosses und vielseitiges Arbeitsprogramm muss noch durchgeführt werden, ehe wir im Stande sind, die kausalen Zusammenhänge hinter der Mannigfaltigkeit der lebenden Natur zu erspähen. Ganz besonders gelten in bezug auf das Schärenmeer die Worte, mit denen CAJANDER das Ziel der vaterländischen Pflanzengeographie angibt: »eine möglichst vollständige Kenntnis von der jetzigen wie auch von der vergangenen Flora und Vegetation des finnischen naturhistorischen Gebiets und eine möglichst tiefe Erkenntnis aller auf sie einwirkenden inneren und äusseren Faktoren zu gewinnen.« (CAJANDER 1921b, S. 16).

Im Vorhergehenden sind die nicht-litoralen Pflanzen erörtert worden. Gehen wir nun zu den Meeresuferelementen über.

## Zur Analyse der Nordbaltischen Litoralflora.

(Vorläufige Darstellung.)

Ein günstigeres Gebiet als das Schärenmeer Südwest-Finnlands dürfte kaum anderswo innerhalb der Grenzen der Ostsee einem Studium der Litoralpflanzen zu Gebote stehen. Dies hängt von mehreren zusammentreffenden, glücklichen Umständen ab. Gerade hier stossen drei Meeresteile an einander: die eigentliche Ostsee sowie der Finnische und der Bottnische Meerbusen. Ferner haben wir es hier mit einem Schärenhof zu tun, der von zwei grösseren Landmassen flankiert ist: Fasta Åland im Westen und die Südwestecke Finnlands im Osten. Die Zahl der Landeinheiten und somit die Länge der absoluten Küstenstrecke ist ausserordentlich gross. Die Ufertypen sind abwechselnd, ihre Exposition fällt zwischen die Extreme des äussersten Meeressaums und diejenigen des innersten Schärenhofes hart an der Festlandsküste. Die Salinitäts- und Stromverhältnisse sind hier eigenartig. Und hierzu kommt noch der Umstand, dass jenseits des Ålandsmeeres der schwedische Schärenhof ein Vergleichsobjekt ersten Ranges darbietet. Schliesslich liegt in verhältnismässig geringer südlicher Entfernung die westestländische Inselwelt mit ihren von den beiden erwähnten Schärenhöfen abweichenden Ufertypen.

Untersuchen wir die Verbreitung und die Frequenz der Litoralarten in den bisher bekannten Teilen des Schärenmeeres finden wir fast durchgehend, dass die reichste Litoralflora sich in dem zentralen Teil des Schärenmeeres entfaltet. Von hier nimmt sie sowohl gegen Osten als gegen Westen ab. Auch jenseits des Ålandsmeeres ist die Meeresuferflora dürftiger als im zentralen Schärenmeer, wo ausserdem einige Litoralelemente ihre Nordgrenze im ganzen Ostseegebiet erreichen, wie *Zostera marina*, *Zannichellia major*, *Juncus ranarius* (Verbreitung nicht genügend bekannt), *Polygonum Raji*, *Atriplex litorale*, *Suaeda maritima*, *Stellaria crassifolia* var. *brevifolia*, *Silene viscosa*, *Lepidium latifolium*, *Crambe maritima*, *Centunculus minimus*, *Cuscuta halophyta*, *Convolvulus sepium*, somit nicht weniger als 13 Arten. Nehmen wir nicht nur das zentrale Schärenmeer in Betracht sondern den ganzen Schärenhof von Hangö bis zum Ålandsmeer, kommen noch die folgenden hinzu: *Ammophila arenaria*, *Triticum junceum*  $\times$  *repens*, *Carex arenaria*, *Atriplex glabriusculum*, *Salsola kali*, *Sagina maritima*. Wir finden, dass eine recht beträchtliche Anzahl Arten ihre Nordgrenze gerade im Schärenhofe Südwest-

Finnlands erreichen und demgemäss auf der schwedischen Seite nicht so weit gegen Norden verbreitet sind. Nun gibt es nicht wenige Litoralarten, die längs den Bottnischen Küsten weit nördlicher gehen, ohne jedoch zirkumbottnisch zu sein. Ein Vergleich der Nordgrenzen zu beiden Seiten des Busens ergibt, dass die Nordgrenzen auf der finnländischen Seite fast durchgehend bedeutend höher liegen. Die folgenden Arten zeigen diesen Sachverhalt in deutlicher Weise:

<i>Potamogeton pectinatus</i> <sup>1</sup>	<i>Puccinellia retrofl.</i> v. <i>sue-</i>	<i>Cochlearia danica</i> <sup>1</sup>
<i>Ruppia spiralis</i> <sup>1</sup>	<i>cica</i>	<i>Cakile maritima</i> <sup>1</sup>
<i>R. brachypus</i>	<i>S. maritimus</i> <sup>1</sup>	<i>Isatis tinctoria</i> <sup>1</sup>
<i>R. rostellata</i> <sup>1</sup>	<i>Scirpus parvulus</i> <sup>1</sup>	<i>Myosotis baltica</i> <sup>1</sup>
<i>Zannichellia pedunculata</i> <sup>1</sup>	<i>Ranunculus marinus</i>	<i>Taraxacum balticum</i> <sup>1</sup>
<i>Najas marina</i> <sup>1</sup>		

Zu den zirkumbottnischen Arten gehört eine Anzahl häufiger und innerhalb des ganzen Ostseegebietes weit verbreiteter Meeresuferpflanzen:

<i>Triglochin maritima</i>	<i>Salicornia herbacea</i>	<i>Glaux maritima</i>
<i>Puccinellia retroflexa</i>	<i>Honckenya peploides</i>	<i>Plantago maritima</i>
<i>Elymus arenarius</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Aster tripolium</i>
<i>Scirpus uniglumis</i> (fenn.)	<i>Lathyrus maritimus</i>	<i>Matricaria maritima</i>
<i>Juncus Gerardi</i>	<i>Angelica litoralis</i>	<i>Sonchus arvensis</i> (litor.)

Von den oben aufgezählten ist jedoch *Salicornia* auf Grund ihrer speziellen Standortsansprüche unregelmässig verbreitet, so auch gewissermassen *Lathyrus maritimus*.

Schliesslich gibt es einige kritische, endemische oder sonst in der Literatur verschieden aufgefasste Arten, welche unten unberücksichtigt bleiben. Solche sind: *Atriplex »hastatum»* (coll.), *Silene latifolia* (die Litoralform), *Hippuris tetraphylla*, *Mentha litoralis*, *Odontites litoralis* u. *verna*, *Valeriana* (d. Formkreis *officinalis*, *salina* u. *excelsa*), *Artemisia vulgaris* var. *coarctata*, *A. bottnica*.

Eine besondere Gruppe bilden einige Arten, die an den Bottnischen Küsten streng begrenzte Verbreitungsareale haben. Solche sind vor allem *Carex kattegatensis* und *maritima* (beide in Ostrobottnia media u. borealis), *Arabis petraea* (Ängermanland) und *Primula sibirica* (nordbottn. Küste). Ferner noch *Puccinellia phryganodes*, die in letzter Zeit in Österbotten gefunden worden ist. Sie werden oft als Relikte aufgefasst (vgl. z. B. LINDBERG 1929, S. 78—79), was jedoch kaum bewiesen ist.

Nur vier Arten zeigen deutlich auf der schwedischen Seite höher liegende

<sup>1</sup> Siehe Fig. 30 S. 99.

Nordgrenze: *Carex extensa*, *C. distans*, *Trifolium fragiferum* und *Samolus valerandi*. Dieselben vier Arten haben auch innerhalb des Schärenmeeres Südwest-Finnlands eine rein westliche Verbreitung. Ihre Nordgrenze in Uppland fällt im grossen und ganzen etwas südlicher als die Nordgrenze der silur-reichen Böden, auf Åland kommen sie gerade in den kalkreichen Gegenden vor. Alle sind kalkbegünstigt (am wenigsten *Samolus*; kommt jedoch laut LINSTOW S. 20 auf Mergel vor; die Art ist auf Åland sehr selten und somit wenig beweiskräftig). Es dürfte kaum ein Zufall sein, dass die erwähnten Arten eine derart eigentümliche und auffallend übereinstimmende Verbreitung haben. Ich möchte annehmen, dass hier eine kalkbedingte Artenverteilung zum Vorschein kommt.

Wodurch ist wohl die Nordverschiebung der meisten Litoralpflanzen Nordbaltikums auf der finnländischen Seite und die scheinbar anormale Südverschiebung ihrer Nordgrenzen an der schwedischen Küste kausal bedingt?

*Die primäre Ursache dieser auffallenden Erscheinung dürfte in den Strombewegungen der Ostsee zu suchen sein.*

Zu allen Jahreszeiten geht ein permanenter Strom von Norden gegen Süden der ganzen schwedischen Ostseeküste entlang, während eine ganz entgegengesetzte Strombewegung längs den östlichen Küsten des Baltischen Meeres verläuft. Nur im Frühling, zur Zeit einer reichlichen Zufuhr vom Schmelzwasser der Schnee- und Eismassen des zirkumbottnischen Flussgebietes, strömt das Wasser auch der finnländischen Küste entlang gegen Süden. Es ist jedoch zu bemerken, dass die von den südlicheren Teilen der Ostsee kommende Strömung permanent zu allen Jahreszeiten das zentrale Schärenmeer erreicht. Die Wasserzirkulation im Finnischen Meerbusen zeigt der Südküste entlang einwärts gehenden Strom, während die Strombewegung der südfinnländischen Küste entlang gegen Westen gerichtet ist. In der Gegend von Hangö wird der Strom gegen Nordwesten abgelenkt und vereinigt sich mit dem von Süden her kommenden Ostseestrom. Im Oktober erreicht die nordwärts gehende Strombewegung ihre maximale Geschwindigkeit, laut WITTING (S. 47, bis 12 cm/sec, was etwas mehr als 300 km per Monat entspricht. Wenn wir bedenken, dass gerade der Herbst die Diasporenreifungs- und Ausbreitungszeit einer beträchtlichen Anzahl Pflanzen ist, müssen wir anerkennen, dass es eigentlich recht natürlich ist, dass das zentrale Schärenmeer mit seinen tausenden von Inseln als ein stationäres Riesenfiltrum fungiert hat und dadurch die grössten Aussichten gehabt hat eine reiche Litoralflora aufzuspeichern. Ausbreitungsbiologisch gesehen hat das Schärenmeer eine ausserordentlich günstige Lage, denn seine östlicheren Teile können auch von Osten her, vom Finnischen Meerbusen, kommende Diasporen auffangen. Dass dies tatsächlich geschehen sein dürfte, wird unten gezeigt.

*An der schwedischen Küste des Bottnischen Meerbusens wird jeder von Süden ausgehenden hydrochoren Diasporenausbreitung von ungünstigen Stromverhältnissen permanent entgegengewirkt. Dass diese Tatsache einigermassen den charakteristischen schrägen (SW-NE) Verlauf der Nordgrenzen der Litoralpflanzen bedingt, dürfte nicht verneint werden können. Offenbar wäre es aber sehr einseitig, wenn man nur die s. z. s. ausbreitungsmotorischen Wirkungen der Strombewegungen für ausschlaggebend hielte. Mögen wir uns nur dessen erinnern, dass diese Strombewegungen an den beiden Seiten des Bottnischen Meerbusens verschiedene thermische und haline Folgeerscheinungen auslösen, die pflanzengeographisch bedeutungsvoll sind.* So zeigen die Isohalinen einen sehr verschiedenartigen Verlauf (vgl. Fig. 30, S. 99). Eine wichtige Folge der Strombewegungen ist ferner, *dass sowohl im Mai als im November durchgehend höhere Temperaturen an der finnländischen bottnischen Küste herrschen als an der schwedischen.* Die Isothermen des Meeres haben in diesen Monaten einen sehr schrägen Verlauf in SW-NE. *Dadurch wird die günstige Vegetationsperiode an der finnländischen Küste in bedeutendem Grade verlängert, was ja für die Diasporenreife termophilerer Arten und zwar ganz besonders für submerse Pflanzen von grosser Bedeutung sein dürfte.*

Einige Karten seien hier eingereiht, um das gesagte zu beleuchten (Fig. 29 u. 30; Erklärung S. 97).

Dass die soeben erwähnten ausbreitungsmotorischen, halinen und thermischen Zustände innerhalb des nordbaltischen Gebietes zusammen einen Faktorenkomplex von grösster artenverteilender Tragweite bilden, scheint klar. Ebenso klar dürfte es sein, dass die einzelnen Komponenten des betreffenden Komplexes keineswegs für jede einzelne Pflanzenart in einer unveränderlichen Proportionalität zusammenwirken. Bald kann die reine Wasserbewegung als diasporentransportierende Kraft, bald die Salinität, bald die thermische Verteilung als Hauptfaktor eingehen, während die übrigen Komponenten von sekundärer Bedeutung sind.

Wenden wir uns zuerst der Bedeutung der Strombewegungen als Ausbreitungsfaktor zu. Sie sprechen, wie früher hervorgehoben, *ganz entschieden gegen die Wahrscheinlichkeit einer erwähnenswerteren thalassochoren Ausbreitung von Schweden her nach Åland.* Ich kann daher gar nicht PALMGREN (1927x, »Die Einwanderungswege...«) beipflichten, wenn er meint, dass westlich orientierte Verbreitungsareale mehrerer åländischen Uferpflanzen auf eine Einwanderung von Schweden her deuteten. *Denn die Thalassochoren haben weit grössere Aussichten sogar nach West-Åland von Ostbaltikum her zu kommen als von Schweden.* Ich verweise auf die Karten Fig. 29, S. 98 sowie S. 132. Für mehrere Litoralarten ist sogar eine Ausbreitung nach Uppland über Åland anzunehmen. Selbst bei *Carex distans* und *extensa* könnte dies der Fall sein. *Die grosse Stromkreisbewegung nördlich und nordwestlich*

### Kartenerklärung der Textfiguren 29 und 30 S. 98 und S. 99.

Kartenskizze des Bottnischen Meerbusens und der nördlichsten Ostsee. Der Orientierung wegen sind einige Städte eingetragen (die schwarzen Punkte); diese sind (von Åbo rechts unten beginnend nach einander um den Busen herum aufgezählt): Åbo, Björneborg, Kristinestad, Wasa, Nykarleby, Gamlakarleby, Uleåborg, Kemi, Torneå, Luleå, Skellefteå, Umeå, Härnösand, Sundsvall und Gevle.

Fig. 29, S. 98. 1. Herbstliche Oberflächenströmung. — 2. Isothermen des Oberflächenwassers Maj 1904—1906. — 3. Isothermen des Oberflächenwassers November 1904—1906.

Fig. 30, S. 99. 4. Isohalinen der Meeresoberflächenschicht. — 5. Nordgrenzen einiger Litoralarten: 1 *Cakile maritima*, 2 *Myosotis baltica*, 2a *Ruppia rostellata*, 3 *Taraxacum balticum*, 4 *Cochlearia danica*, 5 *Crambe maritima*, 6 *Carex distans*, 7 *Polygonum Raji*, 8 *Cuscuta halophyta* und *Stellaria crassifolia* var. *brevifolia*, 9 *Centunculus minimus*. — 6. Nordgrenzen einiger Litoralarten: 1 *Potamogeton pectinatus*, 2 *Zannichellia pedunculata*, 3 *Scirpus maritimus*, 4 *Najas marina*, 5 *Scirpus parvulus*, 6 *Isatis tinctoria*, 7 *Ruppia spiralis*, 8 *Carex extensa*, 9 *Atriplex litorale*, 10 *Suaeda maritima*, 11 *Lepidium latifolium*.



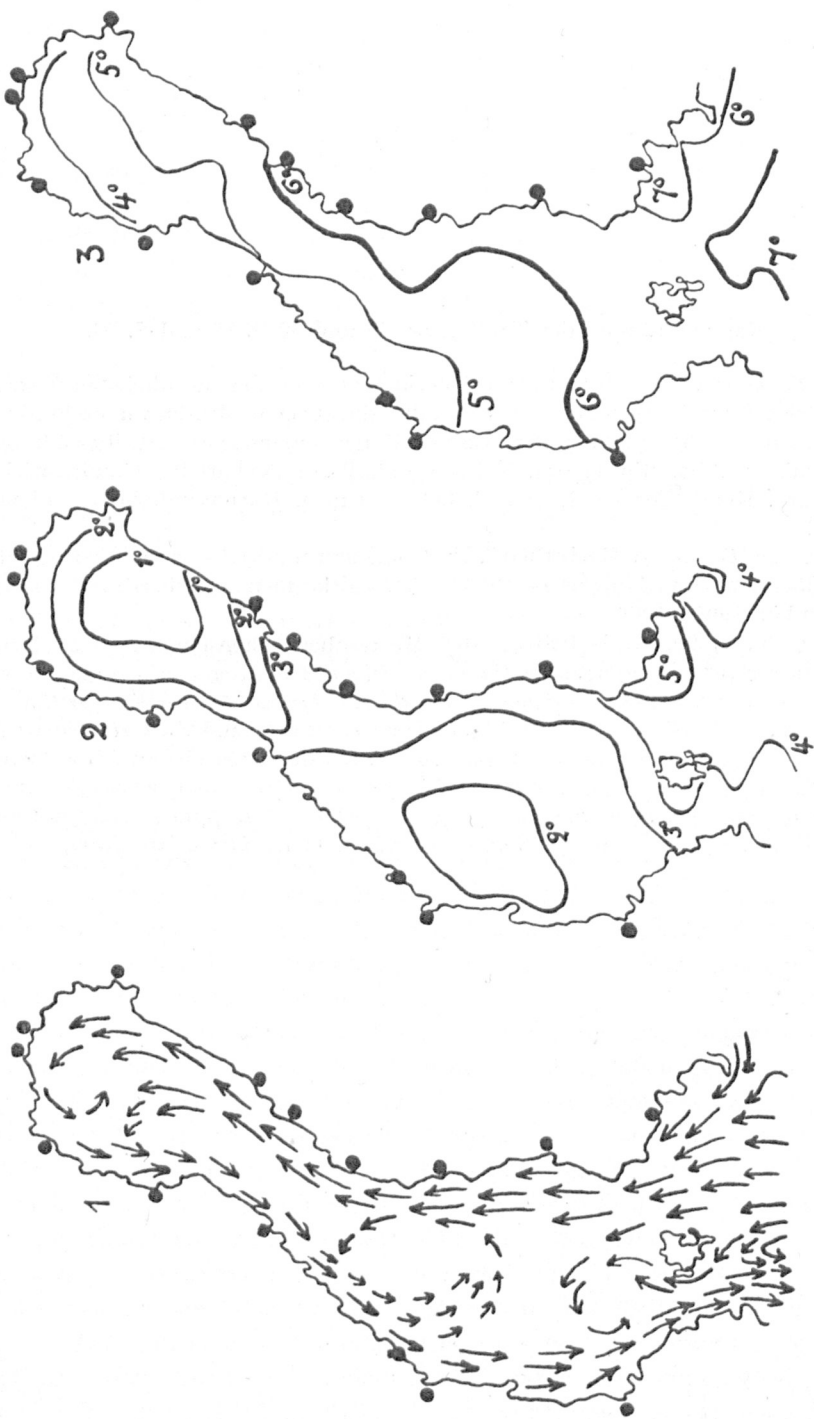


Fig. 29. Siehe S. 97.



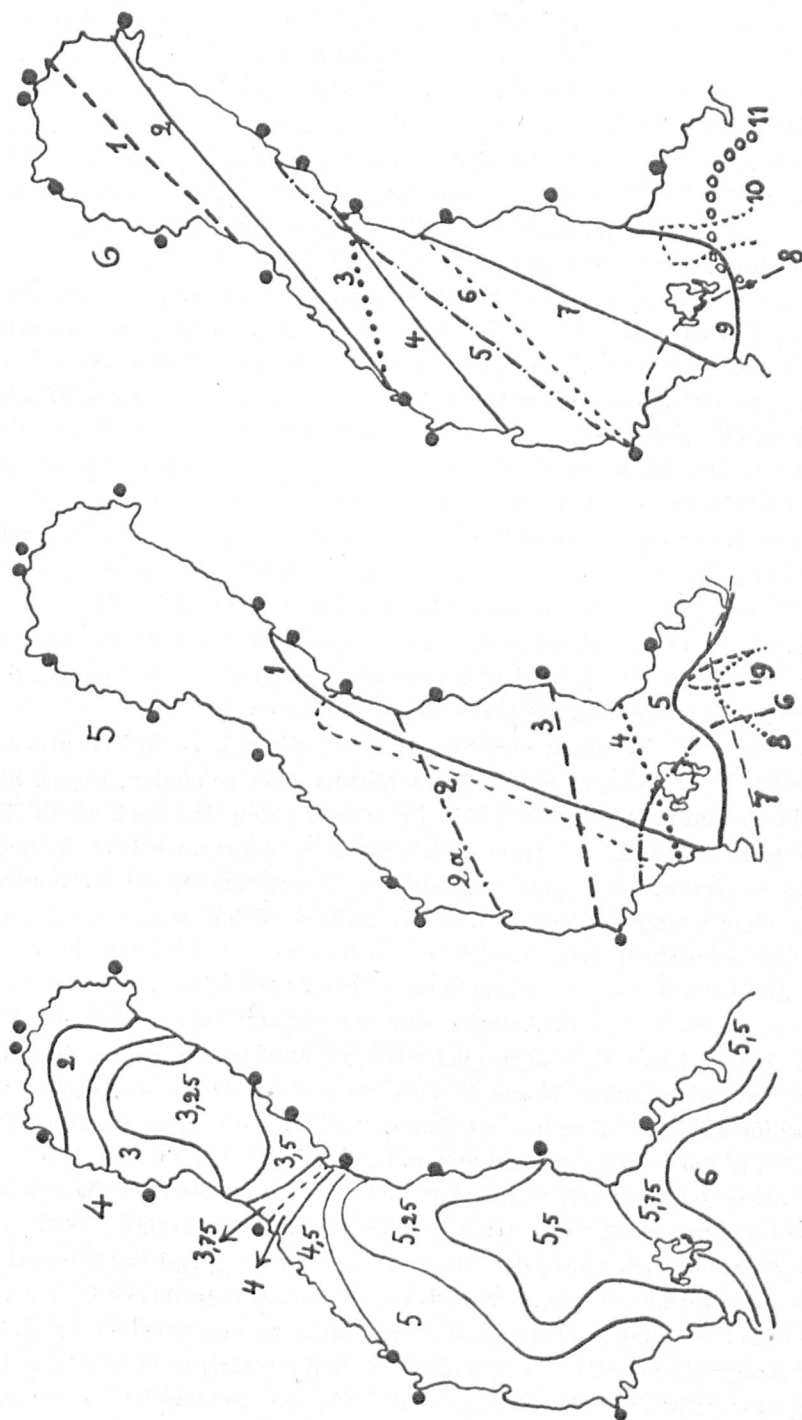


Fig. 30. Siehe S. 97.

von Åland sendet ohne Zweifel Diasporen in die schwedische von Norden kommende Strombahn und vermittelt somit den Übergang von dem grossen gegen Norden fliessenden und ganz Åland umspülenden Ostseestrom nach dem unaufhörlich gegen Süden gehenden westbottnischen Strom, der ein ausbreitungsbiologisches Hindernis ersten Ranges für jeden Hydrochorenttransport von Uppland und Södermanland nach Åland darstellt. West-Åland hat somit — hydrochor betrachtet — gar keine gute Exposition für die Bewachung in bezug auf Uppland-Södermanland, wohl aber gegen Ostbaltikum.

Trotz der günstigen ausbreitungsbiologischen Voraussetzungen für einen Empfang von Diasporen von Süden her sind einige Litoralpflanzen im Schärenmeer auffallend selten. Solche sind vor allem *Ammophila arenaria*, *Festuca polesica*, *Carex arenaria*, *Juncus balticus*, *Polygonum Ragi*, *Salsola kali*, *Honckeyna peploides*, *Cakile maritima*, *Lathyrus maritimus*. Ihre Seltenheit ist ohne Zweifel in erster Hand edaphisch bedingt. Der im Schärenmeer herrschende hochgradige Mangel an typischen Sandufern und Dünenvorkommnissen hat in wirksamer Weise die Frequenz der erwähnten Psammophilen herabgedrückt. Wären ausgedehntere Sandufer im Schärenmeer reichlicher vertreten, bin ich davon überzeugt, dass die erwähnten Arten daselbst eine weit höhere Frequenz zeigten. Es ist ferner wahrscheinlich, dass in einem solchen Falle die eine oder die andere Uferart, die noch nicht im Schärenmeer gefunden worden ist, dort vorkäme, z. B. *Koeleria glauca*, *Eryngium maritimum* u. a.

Die regionale Verteilung von *Suaeda* und *Salicornia* ist in bedeutendem Grade edaphisch bedingt. Sie sind an schlickige Ufer gebunden, wo die Salinität durch Verdunsten erhöht wird. Diese zwei Arten sind auch in der Hinsicht interessant, dass sie, trotz gleichartiger Standortsansprüche in bezug auf das Wurzelmedium, ganz verschiedene Verbreitungsareale im nordbaltischen Gebiet haben: *Suaeda* auf das zentrale Schärenmeer beschränkt, *Salicornia* zirkumbottnisch. Es dürfte sich hier um verschieden weite klimatische Amplituden handeln (Siehe auch S. 103 weiter unten).

Auch die typischen Schlickufer sind im Schärenmeer verhältnismässig selten. Jedoch ist es nicht unmöglich, dass zukünftig auch bei uns die schon in der westestländischen Inselwelt vorkommenden *Obione pedunculata* und *Puccinellia maritima* irgendwo an *Suaeda*-*Salicornia*-Ufern anzutreffen sind. Besonders Kökar scheint Möglichkeiten in dieser Hinsicht zu haben.

Dass die Salinitätsverhältnisse für mehrere obligate Wasserpflanzen von Bedeutung sind scheint erwartungsgemäss. So hat SERNANDER (1901b) den nahen Zusammenhang zwischen der Isohaline für 6 ‰ und der Nordgrenze der *Zostera marina* nachgewiesen. Ich verweise auch betreffs der Ostseealgen auf SVEDELIUS (S. 60) sowie des baltischen Planktons auf AURIVILLIUS (S. 20). Es ist möglich, dass *Ruppia spiralis* eine halin bedingte Verbreitung hat. Wenigstens fällt ihre Nordgrenze beiderseits des Bottnischen Meerbusens

ziemlich genau mit der Nordgrenze der Isohaline für 5,25 ‰ zusammen. *Ruppia rostellata* geht nicht ausserhalb der Nordgrenze für 5 ‰. Dagegen scheinen die Nordgrenzen von *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia pedunculata* und *Scirpus parvulus* eher thermisch bedingt zu sein. Die Nordgrenze der Isotherme 4° (November-Wassertemperatur) fällt recht gut mit der Nordgrenze von *Potamogeton pectinatus*, die Isotherme 5° mit der von *Zannichellia pedunculata* und die Isotherme 6° mit der von *Scirpus parvulus* zusammen.

Auch die aerischen Litoralpflanzen dürften in mehreren Fällen teils von der Salinität, teils von dem Isothermenverlauf beeinflusst werden.

Sehr schön fällt das Verbreitungsareal von *Crambe maritima* innerhalb der Salinitätskurve für 6 ‰. Die Karte S. 125 zeigt dies in übersichtlicher Weise. Die wenigen Lokalitäten, die ausserhalb dieser Isohaline fallen, beziehen sich auf spärliche oder vereinzelte Vorkommnisse. Die Fruktifikation ist im westnyländischen Schärenhofs nur eine schlechte. Die *Crambe*-Vorkommnisse hier beruhen offenbar auf einer wiederholten Zufuhr von Diasporen aus entfernteren Gegenden. Ich habe einen ausführlicheren Bericht über die Art im nordbaltischen Gebiet verfasst, wo ihre Abhängigkeit von der Salinität im zentralen Schärenmeer dargelegt worden ist (EKLUND 1931d). Hier mag nur hervorgehoben werden, dass *Crambe* allem Anschein nach wenigstens seit den Zeiten KALM's und PRYTZ' im zentralen Schärenmeer vorgekommen sein dürfte und somit kaum eine erwähnenswerte Sekundärexpansion gehabt hat. Die Art ist nicht an gewisse spezielle Ufertypen gebunden, obwohl sie Kies- und Sandbänke bevorzugt. Klimatische Faktoren können unmöglich ihr Gedeihen im grössten Teil des äländischen Schärenarchipels verhindern. Es müssen die halinen Zustände im Schärenmeer sein, die das Hauptverbreitungsgebiet von *Crambe* daselbst bedingen.

Interessant ist *Isatis tinctoria*. Sie ist Gegenstand einer Erörterung bei PALMGREN (1927x, S. 160—163). Vgl. auch seine Karte 40. L. c. S. 161 lesen wir u. a.: »Die Art ist offenbar sowohl (und vielleicht vor allem) von Südosten, aus dem Ostbaltikum, als auch von Südwesten (Westen), aus Schweden eingewandert; mit dem wachsenden Abstand von den Ausgangsorten ist sie immer seltener geworden.« Ganz gewiss hat PALMGREN recht, wenn er eine hauptsächliche Einwanderung von Süden voraussetzt. Dagegen dürfte *Isatis* kaum aus Schweden nach den westlicheren Teilen Ålands gekommen sein. Die Aussage, dass der wachsende Abstand für die Frequenzabnahme wirksam gewesen wäre, klingt eigentümlich, wenn wir damit die von PALMGREN selbst angeführte Angabe BERGROTH's »zieml. häuf.« in Brändö vergleichen. Er zitiert auch HÄVRÉN 1909 für die Gegend von Björneborg, wo die Art »p—st fq und st cp—cp« in der Meereszone vorkommt. Dieses Gebiet liegt ja noch unvorteilhafter in bezug auf die Entfernung von einem südlichen Ausbreitungszentrum als die nordäländischen Schärenhöfe. Es ist bemerkenswert, dass PALMGREN

so auffallend widersprechende Aussagen in der Darstellung nebeneinander anführt.

Ich halte für wahrscheinlich, dass *Isatis* von Süden ins Schärenmeer hydrochor eingesiedelt ist. Zwar vermutet KUPFFER (1927, S. 191), dass die Art nicht hydrochor ausgebreitet wird, weil ihre Samen keine längere Salzwasserwirkung vertragen. Jedoch ist zu bemerken, dass die Versuche von BIRGER (1907) mit Wasser von der Salinität 3,5 ‰ ausgeführt wurden, was ja für das Ostseewasser von der Salinität 0,6 ‰ nichts beweist. Es ist möglich, dass die Nordgrenze von *Isatis* an den Bottnischen Küsten thermisch bedingt ist. Bei uns steigt sie bis Närpes, auf der schwedischen Seite macht sie schon in der Gegend von Geve halt.

*Cakile maritima*, *Lathyrus maritimus*, *Polygonum Ragi* und *Salsola kali* können am besten kollektiv besprochen werden, weil sie bezüglich ihres Auftretens sehr auffallende Ähnlichkeit zeigen. Sie sind alle selten bis sehr selten im Schärenmeer Südwest-Finnlands, *Lathyrus maritimus* und *Polygonum Ragi* sind noch nicht für Åland gesichert (wahrscheinlich jedoch daselbst vorkommend). Dagegen sind diese vier Arten an den Küsten des Finnischen Meerbusens häufiger, offenbar zum Teil auf Grund eines reicheren Vorkommens günstiger Ufertypen. Sie sind mehr oder weniger ausgeprägt psammophil, aber in den nyländischen Schären habe ich sowohl *Cakile* als *Lathyrus* auch an steinigen Ufern beobachtet. Die Seltenheit dieser zwei Arten im Schärenmeer kann deshalb kaum allein durch Mangel an geeigneten Standorten bedingt sein. Ebenso wenig durch ein ungünstigeres Klima, denn *Lathyrus* ist zircumbottnisch und *Cakile* ist an den Küsten des Bottnischen Meerbusens bis Närpes angetroffen worden (laut mündlicher Mitteilung von Herrn Mag. BROR PETERSSON ist die Art noch in den Schären von Jakobstad in vereinzelter Individuen und zwar als nie fruktifizierende Keimpflanzen beobachtet worden -- eine interessante Parallelerscheinung zu dem von NORMAN beschriebenen Auftreten der Art in den Archipelen des nördlichen Norwegens.), weshalb es sicher scheint, dass das Klima des Schärenmeeres für die Art sogar günstig sein dürfte. Wahrscheinlich haben wir es hier mit einer Wirkung der Meeresströmungen zu tun. Die vier nun erwähnten Arten sind möglicherweise von Osten, von den Schärengenden und Küsten des Finnischen Meerbusens gekommen. In Übereinstimmung mit dem Verlauf der Meeresströmungen ist eine Ablenkung gegen Norden gleich westlich von Hangö zu erwarten, was auch tatsächlich die zur Zeit bekannte Verbreitung in den åboländischen Schären abzuspiegeln scheint. Leider sind die in dieser Hinsicht beweiskräftigen Kirchspiele Pargas und Nagu (vor allem die nördliche Hälfte) praktisch genommen unerforscht. Das Auftreten der Arten auf der estländischen Seite des Finnischen Meerbusens ist leider sehr fragmentarisch und unbefriedigend bekannt. Jedoch scheint wenigstens *Cakile* laut MEINSHAUSEN (S. 40) bis nach

Streljna im innersten Teil des Busens vorzukommen. Wir können bezüglich *Cakile* einen Vergleich zwischen dem Finnischen und dem Bottnischen Meerbusen anstellen. Die Art hat, wahrscheinlich von den südwestlichen Mündungsgebieten (vor allem von der westestländischen Inselwelt) ausgehend, *dank der Wasserzirkulation des Finnischen Meerbusens eine kreisförmige Wanderung um den ganzen Finnischen Meerbusen herum vollenden können*, weil das Klima eine solche Verbreitung ermöglichte. Rein motorisch betrachtet hätte die Art auch zircumbottnisch werden können. Aber weil der Bottnische Meerbusen in südnördlicher Richtung orientiert und demgemäss in thermischer Hinsicht ganz anders beschaffen ist, begegnet die Art während ihres Vordringens klimatischen Schranken, die ersichtlich für alle Zeiten ihre zircumbottnische Verbreitung verhindern werden. Der schräge Verlauf der bottnischen Nordgrenzen der Art sind somit thermisch, nicht aber halin oder ausbreitungsmotorisch bedingt.

Sehr interessant ist die Verbreitung von *Salicornia herbacea* in der Hinsicht, dass sie zircumbottnisch (obwohl lückenhaft) ist, aber nicht auf der finnländischen Seite des Finnischen Meerbusens angetroffen worden ist, während sie auf der estländischen Seite bis nach Reval geht. Wie lässt sich dieses eigentümliche Verbreitungsbild kausal erklären? Möglicherweise folgendermassen. Die klimatisch weitamplitudische Art, die durch Samenkeimlinge ausgebreitet werden dürfte, hat sehr spezifische Forderungen an den Standort: sie ist streng halophil und muss deshalb für ihr Gedeihen solche Ufer finden, wo die sonst ungenügende Salinität des Ostseewassers durch Verdunsten erhöht wird, was nur an flachen Irrigationsufern mit undurchlässigem Substrat (Schlick, Lehm-Sand-Mischungen) geschehen kann. Daraus folgt, dass die Art trotz der Stromzirkulation des Finnischen Meerbusens nicht wie *Cakile* um den Busen herum sich hat ausbreiten können, *weil in den östlichen Teilen dieses Busens ausgedehnte Sandgebiete gelegen sind und Sandufer vorherrschen, welche die psammophile aber nicht erwähnenswert halophile Cakile begünstigt haben aber die stark halophile und deshalb aus physikalischen Ursachen an der Ostsee psammophobe Salicornia ihrer Existenzmöglichkeiten beraubt haben*. In den nyländischen Küsten- und Schärengenden mit einer sehr grossen absoluten Uferlänge scheint es kaum wahrscheinlich ein so extremes Fehlen geeigneter Ufertypen vorauszusetzen, dass *Salicornia* daselbst nicht auftreten könnte. Aber einer Ausbreitung dorthin von den äländisch-äboländischen Schären wird permanent von einer starken, ungünstigen Oberflächenströmung entgegengewirkt. Somit wäre die Art auf der estländischen Seite weiter im Osten edaphisch, auf der finnländischen Seite des Finnischen Meerbusens ausbreitungsmotorisch gehemmt. An den bottnischen Küsten ermöglichen die edaphisch-motorischen und klimatischen Faktoren ihr Vorkommen und hier hat die Art tatsächlich eine ausgedehnte obwohl lückenhafte Verbreitung. Die Lakunen im Ver-

breitungsareal sind durch das Vorhandensein entsprechender Lakunen edaphischer (und folglich haliner) Art erklärbar. Ein gutes Beispiel finden wir in Uppland (vgl. ALMQUIST S. 249), wo die Art an einer einzigen Lokalität angetroffen worden ist, die daselbst der einzige bekannte typische *Salicornia*-Standort (schwed. s. g. »Skonor») ist, wie schon früher (oben S. 56) angeführt wurde.

Noch mögen einige Arten erwähnt werden, die an den bottnischen Küsten eine  $\pm$  weite Verbreitung haben aber im Übrigen im baltischen Gebiet nicht angetroffen worden sind. *Den obigen Darstellungen gemäss müssten diese Arten in Schweden südlicher als bei uns aufhören.* Dies trifft tatsächlich zu. *Deschampsia bottnica* geht in Schweden bis Ringsö in Södermanland, bei uns kommt sie zwar im Schärenmeer vor, aber geht erwartungsgemäss östlich nur bis Hitis. Sie ist vor der Mündung des Finnischen Meerbusens stehen geblieben, wahrscheinlich durch dessen permanente Auswärtsströmung gehemmt. Denn klimatisch oder edaphisch dürfte das Fehlen an den nyländischen Ufern kaum erklärlich sein. — *Euphrasia bottnica* hört bei uns gegen Süden schon in Ostrobottnia media auf, in Schweden erst in Uppland. — *Potamogeton vaginatus* geht bei uns südlich bis Närpes (Ostrobottnia australis), in Schweden bis Stockholm. ALMQUIST vermutet (S. 401), dass die Art hierher durch den Seeverkehr eingeschleppt sei. Vielleicht steht das dortige Vorkommen jedoch in natürlicher Korrelation zu dem permanenten Südwärtsstrom der schwedischen Küste entlang.

Ehe ich diese Besprechung der Litoralflora abschliesse, mag die Aufmerksamkeit darauf gelenkt werden, dass auch für diejenigen Meeresuferarten, welche das Schärenmeer Südwest-Finnlands nicht erreichen, die Nordgrenzen an der östlichen Seite der Ostsee höher liegen als an der westlichen. Dies ist der Fall z. B. mit *Puccinellia maritima*, *Obione pedunculata*, *Spergularia marginata*, *Stellaria pallida*, *Eryngium maritimum*. Primär dürften auch hier die Ursachen in der allgemeinen Wasserzirkulation der Ostsee gesucht werden müssen.

## Allgemeine Zusammenfassung.

Aus den obigen Tatsachen und Besprechungen lässt sich folgendes extrahieren.

1. Innerhalb eines konventionell begrenzten, im zentralen Schärenmeer Südwest-Finnlands gelegenen Spezialgebietes ist eine Kausalitätsanalyse der spontanen Flora ausgeführt worden. Dabei hat es sich erwiesen, dass die sehr ungleichförmige regionale Verteilung der Arten in erster Hand durch eine unerwartet hochgradige Heterogenität der Standortsverteilung bedingt ist. *Die Standortsextreme scheinen in den östlicheren Teilen des Schärenmeeres schroff gegeneinander abgesetzt zu sein*, wodurch die Bedeutung des Standortes als artenverteilender Faktor in diesen Gegenden deutlich in der Pflanzendecke ablesbar ist. *Gegen Westen werden die edaphischen Extreme immer mehr ausgeglichen und eine allmähliche Verbesserung des Erdreiches, vor allem auf Grund eines zunehmenden Silurkalkgehaltes des Bodens, macht sich geltend.* Die westlichen Teile der åländischen Landschaft sind das östliche Randgebiet des nordbaltischen submarinen Silurzentrums, dessen westliches und zugleich grösstes Randgebiet die östlichen und nordöstlichen Küstengegenden der uppländischen Halbinsel in Schweden einnimmt. Hier ist die Flora am artenreichsten und von mehreren südlichen Arten charakterisiert, deren Nordgrenzen im Baltischen Gebiete gerade durch das Vorhandensein der silurreichen Böden hier ihre Gipfelkurven erreichen. *Von diesem nordbaltischen Silurgebiete ausgehend erleidet die Flora nach allen Seiten eine deutliche Verarmung.*

2. Die Abnahme der Artenzahl innerhalb des Schärenmeeres Südwest-Finnlands von Westen gegen Osten, wobei vor allem die calziphilien Arten betroffen werden, verläuft in treuer Übereinstimmung mit einer in derselben Richtung schnell stattfindenden Abnahme des Kalkgehaltes des Bodens und ist hauptsächlich gerade hierdurch kausal bedingt. Die Hypothese von PALMGREN über die Entfernung als pflanzengeographischen Faktor fusst auf unrichtigen Prämissen und muss fallen.

3. Die Arten sind von verschiedenen Seiten ins Schärenmeer eingedrungen. *Eine grosse Haupteinwanderung der Flora von Schweden nach Åland und überhaupt nach den finnländischen Schären dürfte nicht stattgefunden haben.*

4. Unter Berücksichtigung der Wirkungsrichtungen der ausbreitungsbiologischen Agenzien sowie der Frequenzverhältnisse in den zentraleren



Teilen des Schärenmeeres scheint eine Ausbreitung dorthin von Süden her weit bedeutungsvoller als früher angenommen worden ist. In mehreren Fällen scheint Åland und ferner auch Uppland diesen Weg Florenelemente erhalten zu haben.

5. Es gibt keine pflanzengeographische Grenze zwischen den naturhistorischen Provinzen Alandia und Regio aboënsis, falls man nicht die Ostgrenze der silurischen Moränen im Schärenmeere als eine pflanzengeographische Grenze betrachten will.

6. Die Litoralflora ist im zentralen Schärenmeer die sowohl qualitativ als quantitativ reichste im ganzen Nordbaltikum. Hier erreichen mehrere Uferarten ihre Nordgrenzen im Ostseegebiet. Die Nordgrenzen der nicht zircumbottnischen Arten liegen fast durchgehend an der finnländischen Seite bedeutend höher als an der schwedischen. *Primär ist diese Erscheinung durch die baltischen Strombewegungen bedingt, die, besonders im Bottnischen Meerbusen, eigenartige und wie es scheint pflanzengeographisch bedeutungsvolle ausbreitungsmotorische, haline und thermische Verschiedenheiten an den beiden Küsten des Busens hervorrufen.*



## Literatur.

- ALCENIUS, O. und Å. NORDSTRÖM 1925: Finlands kärlväxter. 7 Aufl. — Helsingfors.
- ALMQUIST, E. 1929: Upplands vegetation och flora. — Acta Phytogeogr. Suec. I. Uppsala.
- ANDERSSON, G. und S. BIRGER 1912: Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria med särskild hänsyn till dess sydskan-  
dinaviska arter. — Norrländskt handbibliotek V. Uppsala & Stockholm.
- Atlas över Finland 1910 und 1925.
- AURIVILLIUS, C. W. S. (unter Mitwirk. v. P. T. Cleve) 1896: Das Plankton des baltischen Meeres. — Bih. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 21, IV.
- BERGROTH, O. 1894a: Om floran och vegetationen i gränstrakterna mellan Åland och Åbo-området. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 20.
- 1894b: Anteckningar om vegetationen i gränstrakterna mellan Åland och Åbo-området. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 11.
- BIRGER, S. 1907: Über den Einfluss des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen. — Beih. Botan. Centralbl. XXI.
- BLYTT, A. und O. DAHL 1906: Haandbog i Norges flora. — Kristiania.
- BOMANSSON, J. O. 1900: Ålands mossor. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 18.
- BRENNER, M. 1870: Bidrag till kännedom af Finska vikens övegetation. — Notis. ur Sällskap. pro F. Fl. Fenn. förhandl. XI.
- BRENNER, W. 1921: Växtgeografiska studier i Barösunds skärgård. I. Allmän del och floran. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 49.
- 1930: Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. I. Kalkbegünstigte Moore, Wiesen und Wiesenwälder. — Acta Bot. Fenn. 7.
- BROTHERUS, V. F. 1923: Die Laubmoose Fennoskandias. — Flora Fennica I. Helsingfors.
- CAJANDER, A. K. 1902: Kasvistollisia tutkimuksia Mynämäen, Mietoisten ja Karjalan kunnissa. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 23.
- 1914: Kasvien vaellusteistä Suomeen. — Varsinaissuom. osak. julk. Lännetär. Uusi jakso. II. Helsingissä.
- 1916: Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. — Porvoo.
- 1921a: Zur Kenntnis der Einwanderungswege der Pflanzenarten nach Finnland. — Acta Forest. Fenn. 21.
- 1921b: Ein pflanzengeographisches Arbeitsprogramm, in Erinnerung an Johan Petter Norrlin. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 49.
- CEDERCREUTZ, C. 1927: Studien über Laubwiesen in den Kirchspielen Kyrklätt und Esbo in Südfinnland. — Acta Bot. Fenn. 3.
- DU RIETZ, G. EINAR 1923: Det uppländska skärgårdshavet och dess framtid. — Sveriges Natur. Stockholm.

- DU RIETZ, G. EINAR 1925: Die Hauptzüge der Vegetation des äusseren Schärenhofs von Stockholm. — Svensk Bot. Tidskr. 19.
- 1928: Kritik an pflanzensoziologischen Kritikern. — Botan. Notis.
- EICHWALD, K. 1929: Einige Notizen zur Flora Süd-Estlands. — Sitzungsber. Naturf.-Ges. Dorpat XXXVI.
- EISEN, G. und A. STUXBERG 1869: Gotlands fanerogamer och thallogamer, med fyndorter för de sällsyntare. — Upsala.
- EKLUND, O. 1920a: *Convolvulus sepium* i Korpo skärgård. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 45.
- 1920b: Botaniska anteckningar från Utö i Korpo skärgård. — Ibid. 45.
- 1921a: Botaniska notiser från Ab, Korpo. — Ibid. 46.
- 1921b: Märkliga växtfynd i Ab, Korpo. — Ibid. 47.
- 1921c: *Carex canescens* L.  $\times$  *C. stellulata* Good. — Ibid. 47.
- 1921d: Vegetationen å Vidskär och Jurmo (Ab, Korpo). — Ibid. 47.
- 1924: Strandtyper i Skärgårdshavet. Ett bidrag till kännedom om litoralens vegetation. — Terra, Geogr. Sällsk. i Finl. tidskr.
- 1925a: Botaniska notiser från Ab, Korpo. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 48.
- 1925b: *Boletus luridus* Schaef. och *Parmelia acetabulum* (Neck.) Dub. från Ab, Korpo. — Ibid. 48.
- 1925c: *Sagina maritima* Don. mf. *rosulans* (Neum.) m. — Ibid. 48.
- 1925d: Botaniskt från Ab, Korpo, 1922. — Ibid. 49.
- 1925e: *Parmelia scorteae* (Ach.) Nyl. — Ibid. 49.
- 1925f: Botaniska anteckningar från Österskär (Ab, Korpo). — Ibid. 49.
- 1925g: *Sagina procumbens* m. plena n. monstr. — Ibid. 49.
- 1925h: Anteckningar om växtvärlden i Korpo västra skärgård (Ab). — Ibid. 49.
- 1925i: Sällsynta växtfynd i Ab Korpo 1923. — Ibid. 50.
- 1926: Zur Systematik und Verbreitung der Gattung *Oxycoccus* Hill. in Fennoscandia orientalis. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 55.
- 1927a: Botaniskt från Ab Korpo 1924. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 1.
- 1927b: Baumförmige Hasel (*Corylus avellana* L.). — Ibid. 1.
- 1927c: Über *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. im ostfennoskandischen Florengebiet. — Ibid. 1.
- 1927d: Versuche über das Keimungs- und Schwimmvermögen einiger Samen und Früchte in Ostseewasser. — Ibid. 2.
- 1927e: Wichtigere Pflanzenfunde aus Estland im Sommer 1926. — Ibid. 3.
- 1927f: Weitere Versuche über Keimung in Meerwasser. — Ibid. 3.
- 1928a: *Myosotis baltica* Sam. f. *caespitosiiflora* (Ekl.) n. comb. — Ibid. 4.
- 1928b: Vorläufige Mitteilung über die Kollektivart *Sedum telephium* L. p. p. (*S. maximum* Suter). — Ibid. 4.
- 1928c: *Allium schoenoprasum* L. var. *jurmoense* n. var. — Ibid. 4.
- 1928d: *Epilobium adenocaulon* Hausskn., für Karelia australis neu. — Ibid. 4.
- 1928e: *Juncus ranarius* Perr. & Song., für Finnland neu. — Ibid. 4.
- 1928f: *Cuscuta halophyta* Fr., neu für die Flora Finnlands. — Ibid. 4.
- 1928g: *Potentilla Egedi* Wormsk., ein arktisches Pseudorelikt aus Südwestfinnland. Nebst einigen systematisch-phytogeographischen Spekulationen. — Ibid. 4.

- EKLUND, O. 1928h: Viktigare växtfynd i Nagu sydsårgård (Ab) sommaren 1927. — Ibid. 4.
- 1928i: Anmärkningsvärdare växter från Ab Korpo sommaren 1927. — Ibid. 4.
- 1928j: *Eupatorium cannabinum*, för Regio aboënsis neu. — Ibid. 4.
- 1928k: Zur terminologischen Begriffsbildung der modernen Verbreitungsbiologie. — Ibid. 4.
- 1928l: Om orsakerna till några halophyters frekvensmaxima i Skårgårdshavet. — Ibid. 4.
- 1928m: Notizen über die Flora des nördlichen und westlichen Dagö (Hiiumaa) in Estland. — Ibid. 4.
- 1929a: On the resistibility of some seeds against seasalt. — Ibid. 5.
- 1929b: Die quantitative Diasporenproduktion einiger Angiospermen. — Ibid. 5.
- 1929c: Ergebnisse einer botanischen Reise in den Kirchspielen Houtskär und Iniö (Südwestfinnland) im Jahre 1928. — Ibid. 5.
- 1929d: *Allium ursinum* L., för Regio aboënsis neu. Nebst einigen verbreitungsbiologischen Betrachtungen. — Ibid. 5.
- 1929e: Beiträge zur Flora der Insel Wormsö in Estland. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 55.
- 1930: Die pH-Werte einiger Pflanzen-Rhizosphären. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 6.
- 1931a: Anmärkningsvärdare växtfynd i östlåndska skårgården. — Ibid. 7.
- 1931b: *Alliaria officinalis* Andr. und *Festuca polesica* Zapal., för Regio aboënsis neu. — Ibid. 7.
- 1931c: Botaniska resor i Åbo skårgård sommaren 1930. Kort sammandrag av resultaten. — Ibid. 7.
- 1931d: *Crambe maritima* L. im Nordbaltischen Gebiet. — Ibid. 7.
- FAGERLUND, L. W. 1878: Anteckningar om Korpo och Houtskärs socknar. — Bidrag känd. Finl. natur o. folk, utg. Finska Vet. Soc., H. 28.
- Finlands Geologiska Undersökning (die Kartenblätter 10, 11 und 23).
- FLEISCHER, J. G. und A. BUNGE 1853: Flora von Esth-, Liv- und Kurland. — Mitau u. Leipzig.
- FLEISCHER, J. G. und E. LINDEMANN 1839: Flora der deutschen Ostseeprovinzen Esth-, Liv- und Kurland. — Mitau u. Leipzig.
- FLORSTRÖM, B. 1914: Studier öfver *Taraxacum*-floran i Satakunta. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 39.
- VON GLEHN, P. 1860: Flora der Umgebung Dorpats. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., zweiter Serie, Bd. II.
- GRINDEL, D. H. 1803: Botanisches Taschenbuch für Liv-, Cur- und Ehstland. — Riga.
- GRUNER, L. 1864: Versuch einer Flora Allentackens und des im Süden angrenzenden Theiles von Nord-Livland. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., zw. Ser, Bd. VI.
- GRÖNTVED, J. 1927: Die Flora der Insel Wormsö. Ein Beitrag zur Flora Estlands. — Dansk Botan. Arkiv Bd. 5.
- 1929: Die Flora der Insel Runö. — Svensk Bot. Tidskr. 23.
- GUPPY, H. B. 1893: The River Thames as an Agent in Plant Dispersal. — Journ. Linn. Soc., Botany. XXIX. London.

- HANNIKAINEN, L. 1912: Korpoo (Korpo). — Tietosanakirja, IV (S. 1378). — Helsinki.
- HARTMAN, C. 1870 u. 1879: Handbok i Skandnaviens flora, 10 u. 11 Aufl. — Stockholm.
- HAUSEN, R. 1897—1899: Spridda uppgifter om navigationen samt lots- och båkvasendet vid Finlands sydkust under äldre tider. — Fennia 14.
- HEDBERG, J. 1915: Västfinska skärgården skildrad i ord och bild. Till tjänst för turister och ordsbor. I. — Åbo.
- HEGELMAIER, Fr. 1868: Die Lemnaceen. Eine monographische Untersuchung. — Leipzig.
- HEMMENDORFF, E. 1897: Om Ölands vegetation. Några utvecklingshistoriska bidrag. — Upsala.
- Herbarium Musei Fennici. Editio secunda. I. 1889. — Helsingforsiae.
- HERMANN, F. 1912: Flora von Deutschland und Fennoscandinavien sowie von Island und Spitzbergen. — Leipzig.
- HESSE, R. und FR. DÖFLEIN 1910: Tierbau und Tierleben, Bd. I. — Leipzig und Berlin.
- HIDÉN, I. 1927: Lisätietoja *Rumex confertus*'en esiintymisestä Suomessa. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 3.
- HILDÉN, I. 1921: Något om faunan och floran på Runö. — Fauna o. Flora, H. 5.
- 1922: Piirteitä kasvillisuudesta Runön lentohiekkakentillä. — Luonn. Yst.
- 1923: Lisang Ruhnu saare taimestiku ja loomastiku tundmiseks. — Loodus 1. Tartu.
- 1924: Om vegetationen på flygsandfält. Ett litet bidrag från Estland. — Forstl. Tidskr. 4. Helsingfors.
- HJELT, HJ. 1888—1926: Conspectus Florae Fennicae I—VII. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 5, 21, 30, 35, 41, 51 u. 54.
- HOFBERG, H. 1852: Södermanlands phanerogamer och filices. — Stockholm.
- HOLMBERG, O. R. 1922: Hartmans handbok i Skandnaviens flora. H. 1. — Stockholm.
- HOLMGREN, V. 1921: Bidrag till tångävjans ekologi. — Botan. Notis.
- HULT, R. 1886—1888: Mossfloran i trakterna mellan Aavasaksa och Pallastunturi. En studie öfver mossornas vandringssätt och dess inflytande på frågan om reliktfloor. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 3.
- HÅRD AV SEGERSTAD, FR. 1924: Sydsvenska florans växtgeografiska huvudgrupper. — Akadem. Abhandl. Malmö.
- HÄYRÉN, E. 1902: Studier öfver vegetationen på tillandningsområdena i Ekenäs skärgård. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 23.
- 1909: Björneborgstraktens vegetation och kärlväxtflora. — Ibid. 32.
- 1914: Über die Landvegetation und Flora der Meeresfelsen von Tvärminne. — Ibid. 39.
- IWANOWITSCH, M. 1876: Ueber das Flugvermögen der Vögel. — Berlin.
- JAHNSSON, LEA 1929: Ruissalon saaren tammialueiden aluskasvillisuudesta. — Eripainos Turun Ylioppilas I:stä. Vammalassa.
- JOHANSSON, K. 1897: Hufvuddragen af Gotlands växttopografi och växtgeografi, grundade på en kritisk behandling af dess kärlväxtflora. — Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 29.
- 1907: Till Gotska Sandöns floristik. — Svensk Botan. Tidskr.

- JOHANSSON, K. 1910: Nyare bidrag till kannedomen om Gotlands kärlväxtflora. — Botan. Notis.
- JOUAN, H. 1865: Recherches sur l'origine et la provenance de certains végétaux phanérogames observés dans les îles du Grand-Océan. — Mem. Soc. Imper. Sciences Natur. Cherbourg XI.
- KALM, P. 1765: Florae Fennicae pars prior. — Åbo.
- KINDBERG, N. C. 1880: Östgöta flora. — Norrköping.
- KLINGE, J. 1882: Flora von Est-, Liv- und Curland. — Reval.
- KOTILAINEN, M. J. 1929: Über das boreale Laubmooselement in Ladoga-Karelien. Eine kausal-ökologische und floristische Studie. — Annal. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 11.
- LINDMAN, C. A. M. 1926: Svensk fanerogamflora. Zw. Aufl. — Stockholm.
- KUJALA, V. 1924: Tervaleppä (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Suomessa. Kasvi-maantieteellinen tutkimus. — Akademi. Abhandl. Helsinki.
- 1927: *Geranium pratense*, mahdollisesti etelästä levinnyt Haminaan. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 1.
- KUPFFER, K. R. 1896: Beitrag zur Flora der Insel Runö. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga XXXIX.
- 1904: Bemerkenswerte Vegetationsgrenzen im Ost-Balticum. — Verhandl. Botan. Ver. Prov. Brandenburg XLVI.
- 1905: Kleine Notizen. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga XLVII.
- 1907: Kleine Notizen. — Ibid. I.
- 1912: Kurze Vegetationsskizze des ostbaltischen Gebietes. — Ibid. LV.
- 1919: Natürliche Zugehörigkeit und Grenzen des ostbaltischen Gebietes. — Kalender deutsch-evang. Notstandkomitee etc. Riga.
- 1922: Der Einfluss des Weltkrieges auf die Pflanzenwelt bei Riga. — Arb. Naturf.-Ver. Riga. Neue Folge, H. XIV.
- 1925: Grundzüge der Pflanzengeographie des ostbaltischen Gebietes. — Abhandl. Herder-Institut Riga, Bd. I, N:o 6.
- 1927: Floristische Notizen über ostbaltische Gefäßpflanzen. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga LIX.
- 1930a: Besprechung des »Index plantarum estonicarum». — Ibid. LX.
- 1930b: Die pflanzengeographische Bedeutung des Ostbaltischen Gebietes. — Sonderdruck aus Fedde, Repertor. spec. nov. regni vegetabil. Beiheft LXI.
- KUPFFER, K. R. und P. LACKSCHEWITZ 1904: Kleine Notizen. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga XLVII.
- LEHBERT, R. 1904: Floristische Ergebnisse des Sommers 1903. — Ibid. XLVII.
- 1905: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Calamagrostis* Adans. im ostbaltischen Gebiet. — Ibid. XLVIII.
- 1906: II. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Calamagrostis* Adans. im ostbaltischen Gebiet. — Ibid. XLIX.
- LEHBERT, R. und K. R. KUPFFER 1905: Verzeichnis der auf der Insel Hooten beobachteten Pflanzen. — Ibid. XLVII.
- LEHMAN, E. 1859: Beitrag zur Kenntnis der Flora Kurlands. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands, zw. Ser., Bd. I.
- LEHMANN, E. 1895: Flora von Polnisch-Livland etc. — Ibid., zw. Ser., Bd. XI.
- LEIVISKÄ, I. 1908: Ueber die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens (zwischen Tornio und Kokkola). — Fennia 27.

- LEVANDER, K. M. 1900: Zur Kenntnis des Lebens in den stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 18.
- LINDBERG, H. 1909: Die nordischen *Alchemilla vulgaris*-Formen und ihre Verbreitung. — Acta Soc. Scient. Fenn. 37.
- 1929: *Puccinellia phryganodes* (Trin.) Scribn. & Merr. vid Bottniska viken, ny för Finlands flora. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 5.
- LINKOLA, K. 1916, 1921: Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. I—II. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 45, N:o 1 u. 2.
- V. LINSTOW, O. 1929: Bodenanzeigende Pflanzen. — Abhandl. Preuss. Geol. Landesamt, Neue Folge, H. 114. Berlin.
- LUTHER, A. 1901: Ueber die Samenverbreitung bei *Nuphar luteum*. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 27.
- MALTA, N. 1915: Floristische Notizen aus Südost-Livland. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga LVII.
- MARSSON, TH. FR. 1869: Flora von Neu-Vorpommern und den Inseln Rügen und Usedom. — Leipzig.
- MEINSHAUSEN, K. FR. 1878: Flora ingraca oder Aufzählung und Beschreibung der Blütenpflanzen und Gefäss-Cryptogamen des Gouvernements St. Petersburg. — St. Petersburg.
- MELA, A. J. und A. K. CAJANDER 1906: Suomen kasvio. Fünfte Aufl. — Helsingissä.
- VON ZUR MÜHLEN, L. 1906: Materialien zur Erforschung der Seen Livlands. — Sitz. ber. Naturf.-Gesellsch. Dorpat XV.
- VON ZUR MÜHLEN, M. 1908: Mitteilungen über die Seen von Tilsit, Alt-Waimet und Schreibershof. — Ibid. XVII.
- 1909: Der Soiz-See, seine Entstehung und heutige Ausbildung. — Ibid. XVIII.
- 1906: Die Potamogetonen des Ostbaltikums nebst Bemerkungen über den Wechsel der Arten und Formen in ein und demselben Gewässer. Mit Zusätzen von K. R. Kupffer. — Korrespbl. Naturf.-Ver. Riga XLIX.
- NORMAN, J. M. 1894: Norges arktiske flora. I—II. — Kristiania.
- NYMAN, C. F. 1867—1868: Utkast till svenska växternas naturhistoria eller Sveriges fanerogamer skildrade etc. I—II. — Örebro.
- OLSONI, B. 1927a: Botaniska notiser från sommaren 1925. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 2.
- 1927b: Växtvärlden på Tytärsaari och Säyvi. — Ibid. 2.
- 1927c: Växtfynd i Ab Kimito-Hitis sommaren 1926. — Ibid. 3.
- 1928: Växtfynd i Ab Kimito-Hitis sommaren 1927. — Ibid. 4.
- PAHNSCH, G. 1881: Beitrag zur Flora Ehstlands. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., zw. Ser., Bd. IX.
- PALMGREN, A. 1900: Två anmärkningsvärda växtfynd på Åland. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 26.
- 1903: *Carex*-gruppen *Fulvella*. — Ibid. 35.
- 1910: Bidrag till kännedomen om Ålands vegetation och flora. I. *Taraxaca* und II. *Taraxacum*-former. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 34, N:o 1 u. 5.
- 1912: *Hippophaës rhamnoides* auf Åland. — Ibid. 36.
- 1915—1917: Studier öfver löfängsområdena på Åland. I—III. — Ibid. 42.
- 1917: Hafstornet (*Hippophaës rhamnoides*), dess utbredning, biologi och

- uppträdande på Åland. — Vortrag Finn. Forstges. 1913. Acta Forest. Fenn. 7.
- PALMGREN, A. 1919: Om *Convolvulus sepium* L. och *Fritillaria meleagris* L. i Finland. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 45.
- »— 1921a: Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor. — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 49.
- »— 1921b: *Cerastium glutinosum* Fr. och *Veronica longifolia* L.  $\times$  *V. spicata* L. på Åland — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 46.
- »— 1922a: Über Artenzahl und Areal sowie über die Konstitution der Vegetation. — Acta Forest. Fenn. 22.
- »— 1922b: Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. — Ibid. 22.
- »— 1925a: Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. Ein pflanzengeographischer Entwurf, basiert auf Material aus dem åländischen Schärenarchipel. — Acta Bot. Fenn. 1.
- »— 1925b: Eine neue Lokalität für *Viola uliginosa* Bess. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 49.
- »— 1925c: *Viola canina* L.  $\times$  *montana* L.  $\times$  *uliginosa* Bess. für Finnland neu. — Ibid. 49.
- »— 1925d: *Carex diandra* Schrank  $\times$  *paradoxa* Willd. für Finnland neu. — Ibid. 49.
- »— 1925e: *Gentiana amarella* L.  $\times$  *axillaris* (F. W. Schm.) Murb. ny för Åland. — Ibid. 49.
- »— 1925f: *Carex remota* L. in Finnland. — Ibid. 49.
- »— 1925g: *Orchis Traunsteineri* Saut., für Åland neu. — Ibid. 49.
- »— 1925h: *Stellaria nemorum* L., für Åland neu. — Ibid. 49.
- »— 1925i: *Rubus idaeus* L.  $\times$  *saxatilis* L. (*R. digeneus* Lindb. fil.), auf Åland gefunden. — Ibid. 49.
- »— 1925j: Ny fyndort för *Suaeda maritima* (L.) Dum. — Ibid. 50.
- »— 1925k: *Lepidium latifolium* L., ny för Åland. — Ibid. 50.
- »— 1925l: *Botrychium matricariaefolium* A. Br. (= *ramosum* (Roth.) Aschers.) på Åland. — Ibid. 50.
- »— 1927a: *Juncus balticus* Willd., neu für Nyland. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 1.
- »— 1927b: *Torilis Anthriscus* (L.) Gmel. auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927c: *Epilobium rubescens* Rydb., im Schärenarchipel von Åland gefunden. — Ibid. 1.
- »— 1927d: *Carex brunnescens* (Pers.) Poir., neu für Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927e: *Juncus balticus* Willd. auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927f: *Suaeda maritima* (L.) Dum. auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927g: *Salix repens*\* *rosmarinifolia* L., ein östlicher Einwanderer auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927h: *Geranium pratense* L., neu für Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927i: *Thymus chamaedrys* Fr., neu für Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927j: *Pyrola media* Sw. auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927k: *Potamogeton polygonifolius* Pourr. in Finnland. — Ibid. 1.
- »— 1927l: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth. auf Åland. — Ibid. 1.
- »— 1927m: Neuer Fundort von *Carex arenaria* L. auf Åland. — Ibid. 1.



- PALMGREN, A. 1927n: Neue Lokalitäten für *Fritillaria meleagris* auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927o: Neue Lokalität für *Lepidium campestre* L. (R. Br.) auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927p: *Ajuga pyramidalis* L. auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927r: *Thymus serpyllum* L., ein ostbaltischer Einwanderer auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927s: *Botrychium multifidum* (Gmel.) Rupr. (= *Matricariae* (Schrank) Spreng.) auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927t: Bemerkenswerte Lokalität für *Lycopodium clavatum* L. auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927u: *Ruppia spiralis* (L.) Dum. auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927v: Neue Lokalitäten für *Aquilegia vulgaris* L. auf Åland. — Ibid. 1.
- 1927w: *Litorea uniflora* (L.) Aschers., neu für Åland. — Ibid. 1.
- 1927x: Die Einwanderungswege der Flora nach den Ålandsinseln. I. — Acta Bot. Fenn. 2.
- 1928a: Fynd av *Asperula tinctoria* på Äppelö i Al Hammarland. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 4.
- 1928b: *Bromus Benekeni* funnen på Åland. — Ibid. 4.
- PALMGREN, MAIDA 1928: Fynd av *Polygala comosa* i Al Jomala. — Ibid. 4.
- PALMGREN, P. 1927: *Equisetum scirpoides* C. Rich. på Åland. — Ibid. 3.
- PESOLA, V. A. 1928: Kalsiumkarbonaatti kasvimaantieteellisenä tekijänä Suomessa. (Calcium carbonate as a factor in the distribution of plants in Finland.) — Annal. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 9.
- PRYTZ, L. J. 1819—1821: *Florae Fennicae Breviarium*. — Åbo.
- PUOLANNE, M. 1927a: *Rumex maritimus* mahdollisena eteläisenä tulokkaana Helsingissä. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn. 1.
- 1927b: Kasvilöytöjä Helsingin alueelta. — Ibid. 1.
- RAPP, A. und J. KLINGE 1875: Flora der Umgebung Lemsals und Laudohns. Zwei Beiträge zur Flora Livlands. — Riga.
- RAUNKIAER, C. 1906: Dansk Ekskursions-Flora. — København u. Kristiania.
- REICHENOW, A. 1913: Die Vögel. Bd. I. — Stuttgart.
- REUTER, O. M. 1894: Om förekomst af strömming i träsk jämte några ord om den i vår skärgård fångade »sillen». — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 20.
- RUPRECHT, F. J. 1860: Flora ingraca sive historia plantarum gubernii petropoli-tani. I. — Petropoli.
- RUSSOW, E. 1862: Flora der Umgebung Revals. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser II, Bd VI.
- 1889: Ueber die Boden- und Vegetationsverhältnisse zweier Ortschaften an der Nordküste Estlands. — Sitzungsber. Naturf. — Ges. Dorpat VIII.
- SAELAN, TH. 1858: Öfversigt af de i östra Nyland växande kotyledoner och orbunkar. — Helsingfors.
- 1900: Några anteckningar om floran på Hogland. — Meddel. Soc. F. Fl. Fenn. 25.
- SAMUELSSON, G. 1923—1925: Växtlokaler från Västmanland. I—II. — Svensk Bot. Tidskr.
- VON SASS, A. 1860a: Die Phanerogamen-Flora Oesels und der benachbarten Eilande. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser. II, Bd. II.
- 1860b: Beitrag zur Flora der Insel Runoe. — Ibid. II, II.



- VON SCHMIDT, A. 1864: Einige Notizen über die Insel Runo. — Ibid., Ser. II, Bd. IV.
- SCHMIDT, FR. 1854: Flora der Insel Moon nebst orographisch-geognostischer Darstellung ihres Bodens. — Ibid., Ser. II. Bd. I.
- »— 1855: Flora des silurischen Bodens von Ehistland, Nord-Livland und Oesel. — Dorpat.
- SEGERSTRÅLE, S. G. 1927: Skalmärgelfyndigheterna i Finland. — Fennia 47.
- SELANDER, S. 1914: Sydliga och sydostliga element i Stockholmstraktens flora. — Svensk Bot. Tidskr.
- SERNANDER, R. 1901a: Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. — Upsala.
- »— 1901b: *Zostera marina* funnen i Roslagen. — Botan. Notis.
- SJÖSTRAND, M. G. 1863: Calmar läns och Ölands flora. — Calmar.
- SKOTTSBERG, C. und T. VESTERGREN 1900: Einige für Oesel im Jahre 1899 neu gefundene Pflanzen. — Öfvers. Kgl. Vet. Akad. Förhandl. 3. Stockholm.
- »— 1901: Zur Kenntnis der Vegetation der Insel Oesel. — Bih. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 27, III, 7.
- SPOHR, E. 1925: Eesti taimkatte lühike ülevaade. — »Eesti.» Tartu.
- »— 1926: Über das Vorkommen von *Sium erectum* Huds. und *Lemna gibba* L. in Estland und über deren nordöstliche Verbreitungsgrenzen in Europa. — Acta et comment. univ. Tartuens. (Dorpatens.) A X.
- »— 1927: Setumaa taimkatte iseloomust (Über die Eigenart der Pflanzendecke Setukesiens in Estland). — »Setumaa.» Tartu.
- »— 1928: Über die Verbreitung einiger bemerkenswerten und schutzbedürftigen Pflanzen im ostbaltischen Gebiete. — Acta Instit. et Horti Bot. Univ. Tartuens. (Dorpatens.) 1, Fasc. 4.
- STERNER, R. 1922: The continental element in the flora of south Sweden. — Geogr. Annaler, H. 3—4. Stockholm.
- STRASSER, H. 1884: Ueber den Flug der Vögel. — Freiburg.
- Suomenmaa. III. Turun ja Porin lääni. — Helsinki 1926.
- SVEDELIUS, N. 1901: Studier öfver Östersjöns hafsalgflora. — Akad. Abhandl. Upsala.
- THEDENIUS, K. FR. 1871: Flora öfver Uplands och Södermanlands fanerogamer och bräkenartade växter. — Stockholm.
- THOMSON, P. 1923: Zur Frage der regionalen Verbreitung und Entstehung der Gehölzwiesen und Alvartriften in Nord-Estland. — Sitzungsber. Naturf. Ges. Dorpat XXX.
- »— 1924: Vorläufige Mitteilung über neue Fundorte und Verbreitungsgebiete einiger Moorpflanzen in Estland. — Ibid. XXXI.
- »— 1929: Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. — Acta et comment. univ. Taruens. (Dorpatens.) A XVII, 2.
- TIISMANN, R. 1924: Hiisaaire rannikluited, nende kinnitamine ja metsastamine (Die Stranddünen der Insel Dagö, ihre Befestigung und Aufforstung. — Tartu Ülikooli metsaosak. toimitused 1.
- TROILIUS, A. M. 1860: Om Vesteråstrakten i botaniskt afseende. — Akad. Abhandl. Stockholm.
- VALLE, K. J. 1927: Suomen Nymphaea-lajit (Über die Nymphaea-Arten Finnlands.) — Vanamon Julkaisuja 7, N:o 2. Helsinki.

- VALLIN, H. 1925: Ökologische Studien über Wald- und Strandvegetation. Mit besonderer Berücksichtigung der Erlensümpfe auf Hallands Väderö in SW-Schweden. — Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2, Bd. 21.
- VILBERG, G. 1924: Einige Bemerkungen über neue Pflanzenarten in der Flora Eestis. — Sitzungsber. Naturf. — Ges. Dorpat XXXI.
- »— 1926: Eestin alvarikasvillisuudesta. — Luonnon Ystävä.
- »— 1927: Loost ja lootaimkonnast Ida-Harjumaall. — Loodusuurijate Seltsi Aruand. XXXIV. Tartu.
- »— 1929a: Kastre-Peravalla looduskaitse reservaadi taimkattest. — Tartu Ülikooli metsaosak. toimitus. 15.
- »— 1929b: Grundzüge der floristischen Erforschung Estlands. Eine Übersicht bis zum Ende der russischen Herrschaft. — Sitzungsber. Naturf. Ges. Dorpat.
- WIEDEMANN, F. J. und E. WEBER 1852: Beschreibung der phanerogamischen Gewächse Esth-, Liv- und Curlands etc. — Reval.
- WINKLER, C. 1877: Literatur und Pflanzenverzeichnis der Flora Baltica. — Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser. II, Bd. 7.
- WITTING, R. 1910: Omgifvande haf. — Atlas öfver Finland text.
- ZIEGELER, H. E. 1897: Die Geschwindigkeit der Brieftauben. — Zool. Jahrb. Abt. f. Systemat., Geogr. u. Biologie d. Thiere, Bd. 10, H. 3. Jena.
- ZSCHOCKE, F. 1919: Der Flug der Tiere. — Berlin.

## Alphabetisches Kartenregister.

	Seite		Seite
Ansiedlungen.....	67	Lage des Spezialgebietes.....	6
Bodenproben, pH.....	51	Mai-Isotherm. Bottn. Meerb.....	98
Floristische Teilgebiete .....	24	Nadelwaldgebiet .....	42
Herbstliche Strömung .....	132	November-Isotherm. Bottn. Meerb.	98
Isohalinen, Bottn. Meerbus.....	99	Schärenmeer. Erforschung ....	125
Isohalinen, Schärenmeer.....	125	Schärenpflanzen .....	36
Kalkstandorte .....	13	Untersuchungsfrequenz .....	23
Korpo-Houtskär-Gebiet .....	12	Wasserzirkul. Bottn. Meerbus....	98
<hr/>			
<i>Adoxa moschatellina</i> .....	32	<i>Cerastium semidecandrum</i> .....	29
<i>Agrimonia eupatoria</i> .....	36	<i>Cochlearia danica</i> , N-Grenze ....	99
<i>Agropyron caninum</i> .....	31	<i>C. danica</i> , Verbreitung .....	32
<i>Allium schoenoprasum</i> .....	34	<i>Cornus suecica</i> .....	34
<i>A. ursinum</i> .....	127	<i>Corylus avellana</i> .....	30
<i>Arctium vulgare</i> .....	127	<i>Crambe maritima</i> , N-Grenze ....	99
<i>Arrhenatherum elatius</i> .....	36	<i>C. maritima</i> , Verbreitung .....	125
<i>Artemisia campestris</i> .....	133	<i>Cuscuta halophyta</i> , N-Grenze....	99
<i>Atriplex litorale</i> , N-Grenze.....	99	<i>Cynanchum vincetoxicum</i> .....	36
<i>Betula pubescens</i> .....	33	<i>Cypripedium calceolus</i> .....	122
<i>B. verrucosa</i> .....	33	<i>Draba incana</i> .....	131
<i>Briza media</i> .....	30	<i>Filipendula hexapetala</i> .....	32
<i>Bromus mollis</i> .....	30	<i>Fragaria vesca</i> .....	33
<i>Cakile maritima</i> , N-Grenze.....	99	<i>F. viridis</i> .....	33
<i>Calamagrostis purpurea</i> .....	35	<i>Fraxinus excelsior</i> .....	31
<i>Cardamine hirsuta</i> .....	129	<i>Geranium lucidum</i> .....	128
<i>Carex distans</i> , N-Grenze.....	99	<i>G. sanguineum</i> .....	36
<i>C. distans</i> , Verbreitung .....	121	<i>G. silvaticum</i> .....	34
<i>C. elongata</i> .....	35	<i>Helleborine palustris</i> .....	123
<i>C. hornschiuchiana</i> .....	120	<i>Hypericum hirsutum</i> .....	128
<i>C. lepidocarpa</i> .....	121	<i>Inula salicina</i> .....	124
<i>C. polygama</i> .....	120	<i>Isatis tinctoria</i> , N-Grenze .....	99
<i>C. extensa</i> , N-Grenze .....	99	<i>I. tinctoria</i> , Verbreitung.....	132
<i>Centunculus minimus</i> , N-Grenze	99	<i>Lemna minor</i> .....	32
<i>C. minimus</i> , Verbreitung .....	129	<i>Lepidium latifolium</i> , N-Grenze..	99

<i>Linnaea borealis</i> .....	34	<i>Ribes nigrum</i> .....	29
<i>Listera ovata</i> .....	35	<i>Ruppia rostellata</i> , N-Grenze ....	99
<i>Lotus corniculatus</i> .....	30	<i>R. spiralis</i> , N-Grenze .....	99
<i>Milium effusum</i> .....	31	<i>Sagina maritima</i> .....	34
<i>Molinia coerulea</i> .....	29	<i>Salix rosmarinifolia</i> .....	35
<i>Myosotis baltica</i> , N-Grenze.....	99	<i>Sanicula europaea</i> .....	124
<i>Najas marina</i> , N-Grenze .....	99	<i>Saxifraga granulata</i> .....	35
<i>Ophrys muscifera</i> .....	122	<i>S. tridactylites</i> .....	130
<i>Orchis maculatus</i> .....	33	<i>Schoenus ferrugineus</i> .....	119
<i>O. sambucinus</i> .....	33	<i>Scirpus mamillatus</i> .....	32
<i>Origanum vulgare</i> .....	36	<i>S. maritimus</i> , N-Grenze .....	99
<i>Poa compressa</i> .....	31	<i>S. parvulus</i> , N-Grenze .....	99
<i>Polygala amarellum</i> .....	123	<i>S. rufus</i> .....	127
<i>P. vulgare</i> .....	30	<i>Scutellaria hastifolia</i> .....	131
<i>Polygonatum multiflorum</i> .....	130	<i>Sedum album</i> .....	29
<i>Polygonum Ragi</i> , N-Grenze.....	99	<i>Selaginella selaginoides</i> .....	119
<i>P. Ragi</i> , Verbreitung .....	129	<i>Silene nutans</i> .....	35
<i>Potamogeton pectinatus</i> , N-Grenze .....	99	<i>Spergula vernalis</i> .....	34
<i>Primula veris</i> .....	30	<i>Stellaria crassif.</i> , N-Grenze.....	99
<i>Pyrus malus</i> .....	31	<i>S. holostea</i> .....	126
<i>Quercus robur</i> .....	31	<i>Suaeda maritima</i> , N-Grenze ....	99
<i>Ranunculus bulbosus</i> .....	29	<i>Taraxacum balticum</i> , N-Grenze..	99
<i>R. ficaria</i> .....	132	<i>Thymus serpyllum</i> .....	126
<i>R. polyanthemus</i> .....	32	<i>Veronica longifolia</i> .....	36
<i>Rhamnus cathartica</i> .....	29	<i>Zannichellia pedunculata</i> , N-Grenze .....	99

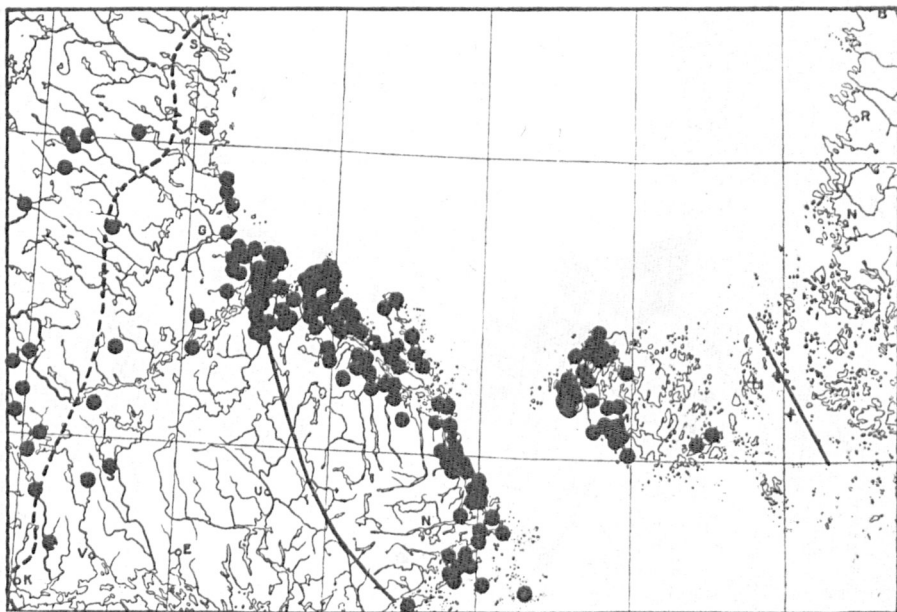


Fig. 17. *Selaginella selaginoides* in Nordbaltikum. Nördliche Pflanze, deren Gedeihen im Süden von den kalkreichen Böden beiderseits des Ålandsmeeres mächtig befördert worden ist.

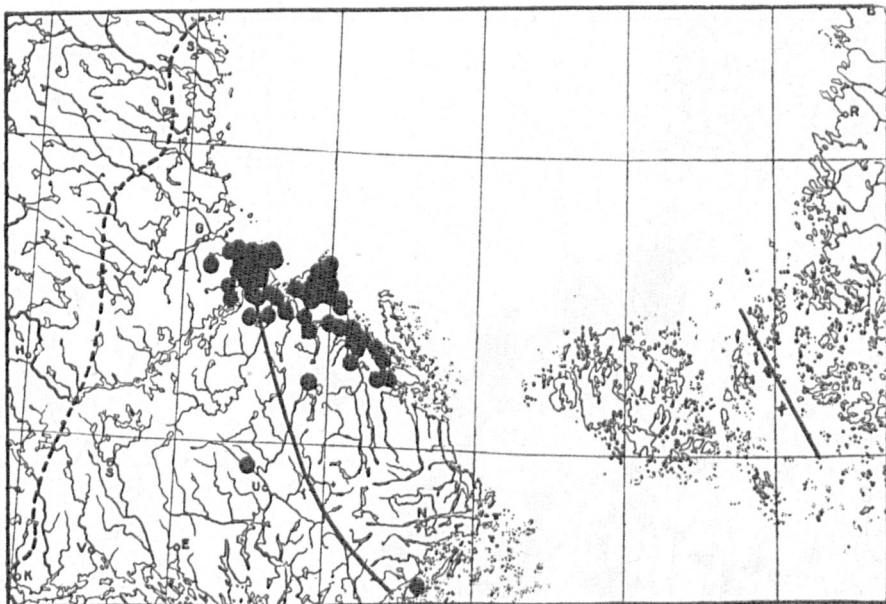


Fig. 18. *Schoenus ferrugineus* im Nordbaltischen Gebiet. Bemerke die Anhäufung in den silurreichsten Gegenden SE von Geve.

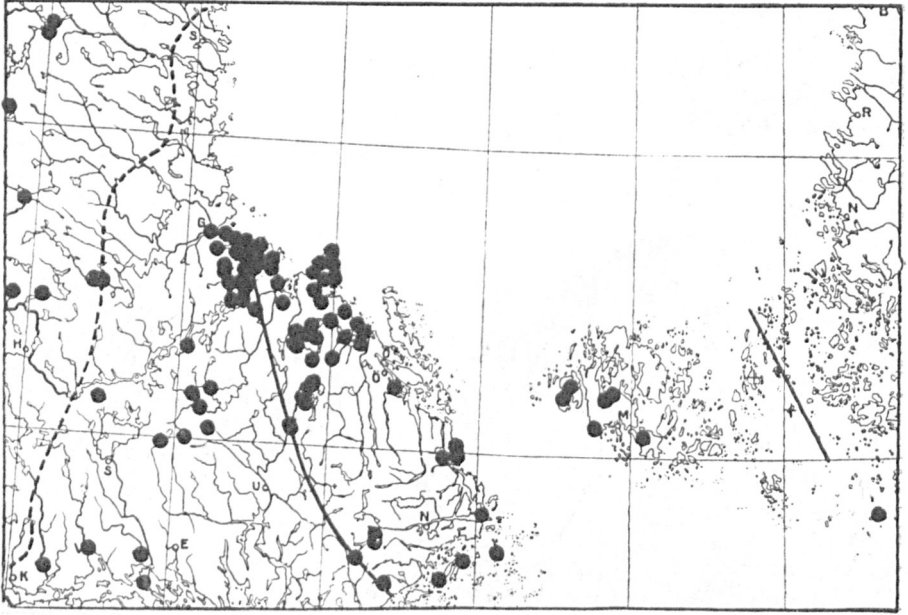


Fig. 19. *Carex polygama* in Nordbaltikum. Bemerke die Anhäufung in den silurreichsten Gebieten.

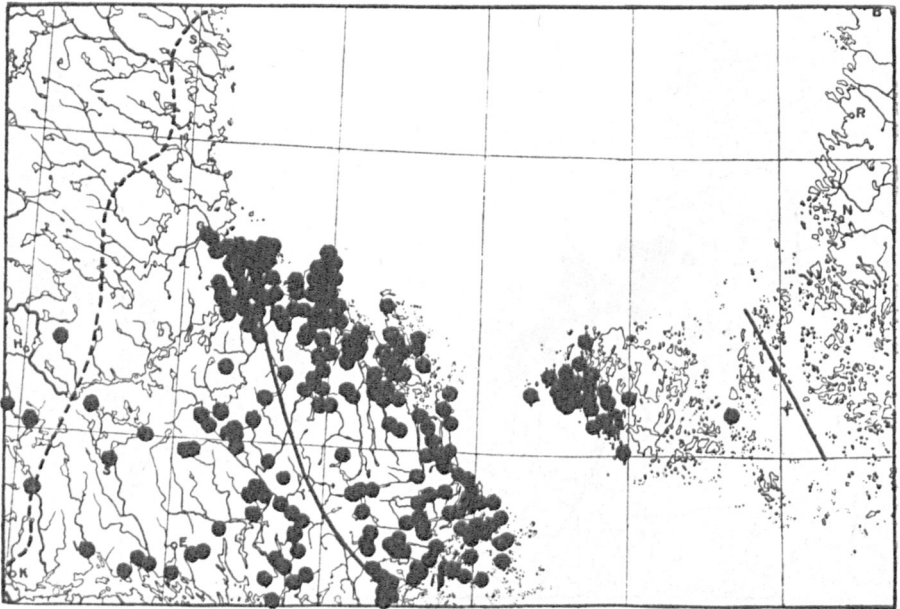


Fig. 20. *Carex hornschurchiana* in Nordbaltikum. Bemerke die gewaltige Anhäufung in den silurreichsten Gebieten beiderseits des Ålandsmeeres.

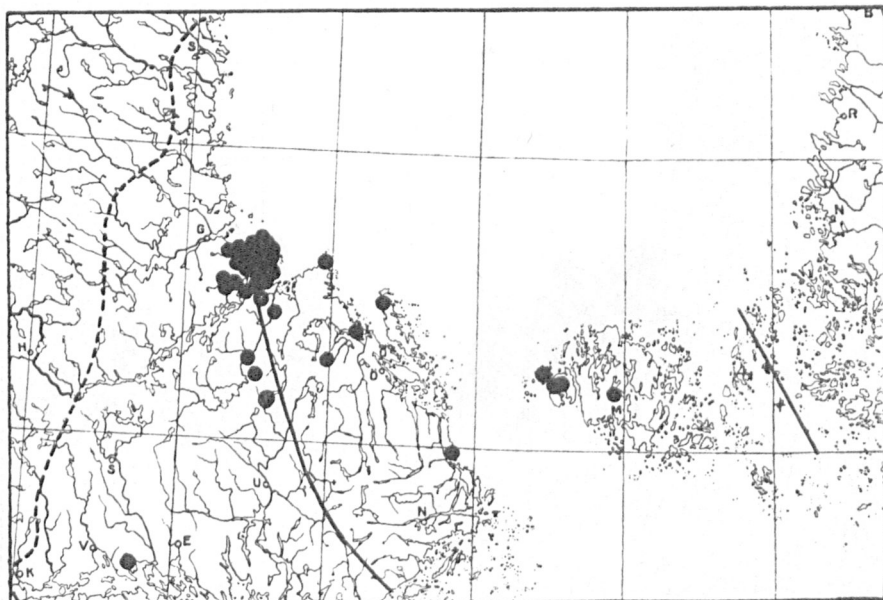


Fig. 21. *Carex lepidocarpa* in Nordbaltikum. Extreme Anhäufung im Kalkreichsten Gebiet. Grösste Übereinstimmung mit *Ophrys* (Fig. 24).

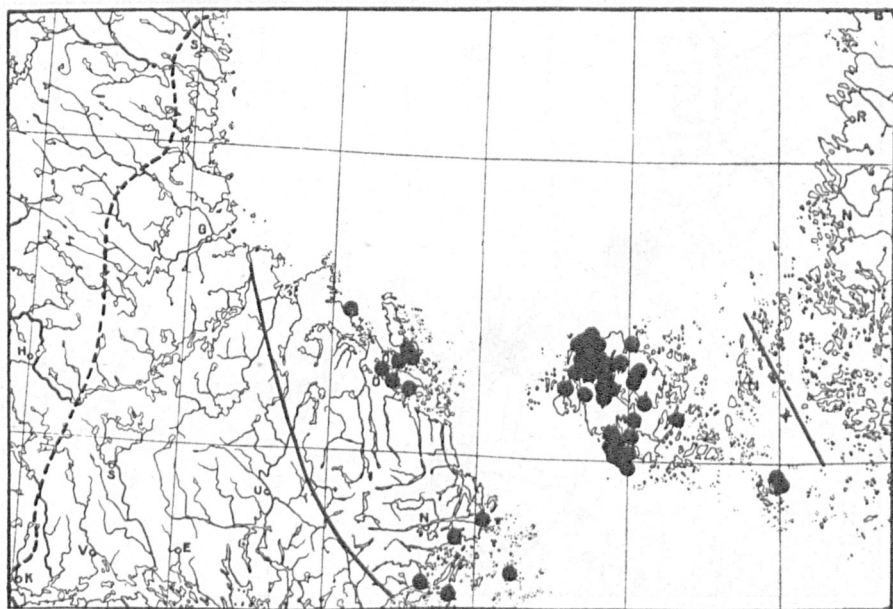


Fig. 22. *Carex distans* in Nordbaltikum. Nordgrenze in Europa. Bemerke die auf Åland beträchtlich höhere Frequenz! Vgl. S. 96



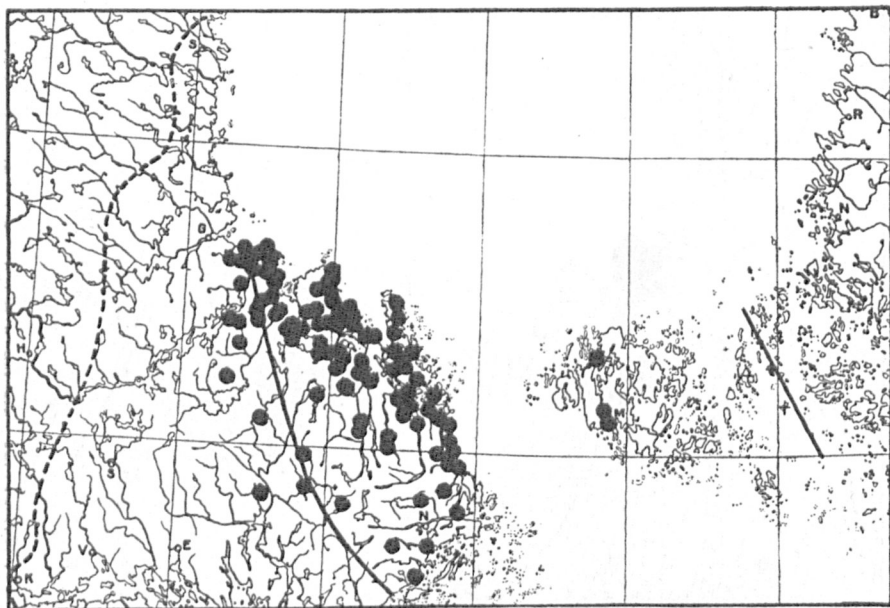


Fig. 23. *Cypripedium calceolus* im Nordbaltischen Gebiet. Bemerke die Konzentration im kalkreichen Küstengürtel.

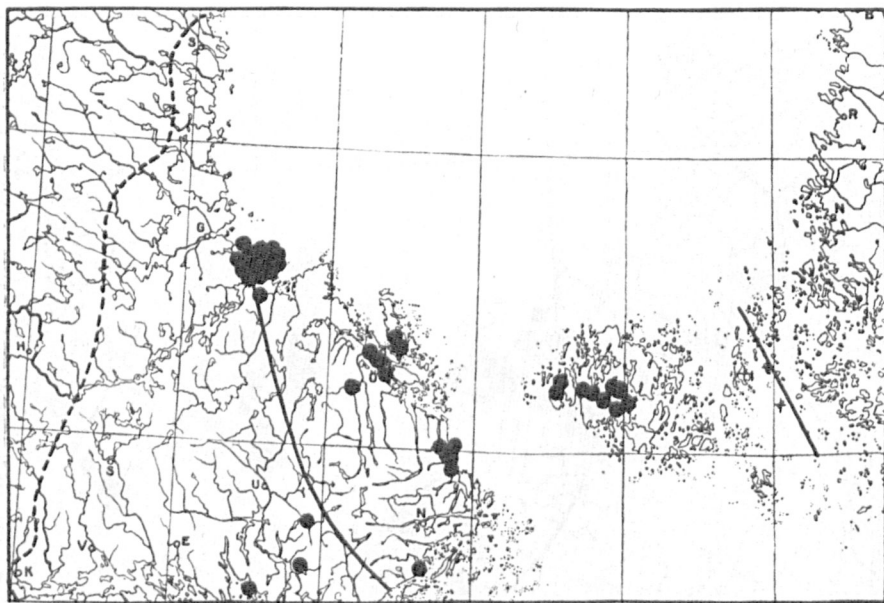


Fig. 24. *Ophrys muscifera* in Nordbaltikum. Extreme Anhäufung im kalkreichsten Gebiet.



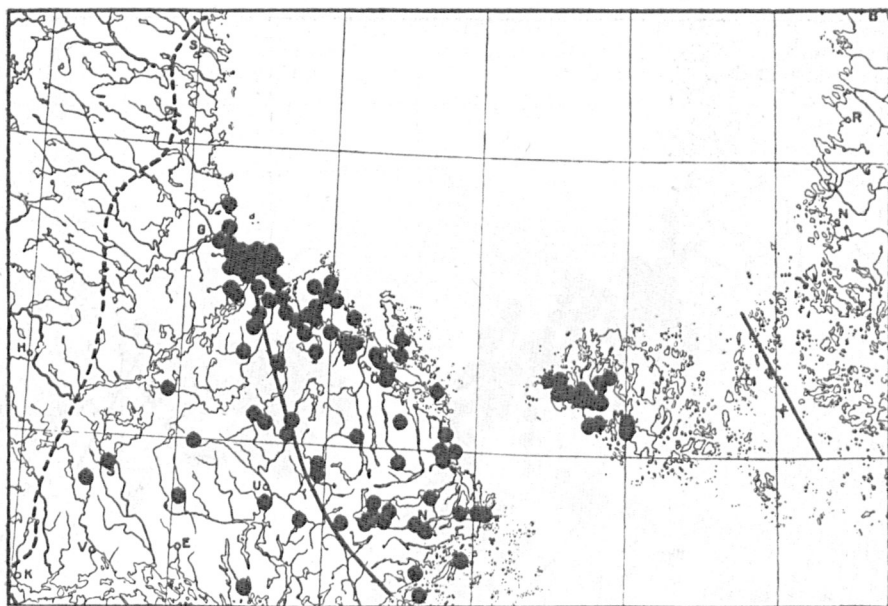


Fig. 25. *Helleborine palustris* in Nordbaltikum. Starke Anhäufung im kalkreichsten Gebiet beiderseits des Ålandsmeeres.

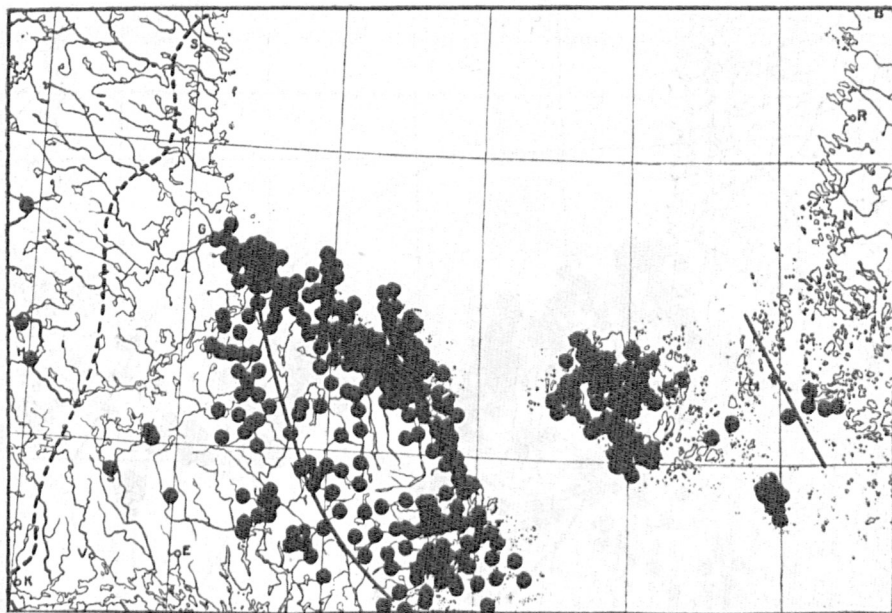


Fig. 26. *Polygala amarellum* in Nordbaltikum. Die Frequenz spiegelt sehr schön die Verbreitung der silurreichsten Böden beiderseits des Ålandsmeeres ab.

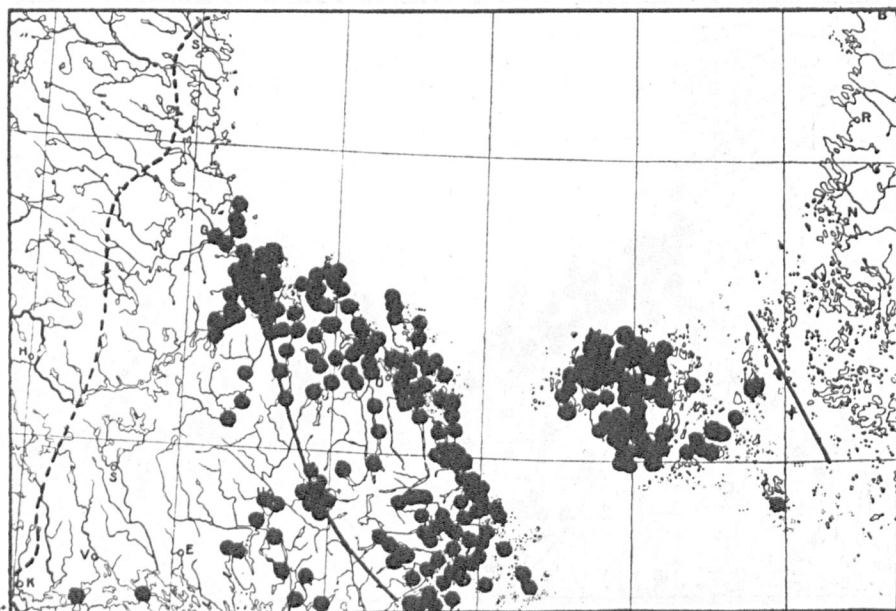


Fig. 27. *Sanicula europaea* in Nordbaltikum. Frequenzabnahme im grossen und ganzen die Abnahme des Kalkgehaltes des Bodens abspiegelnd.

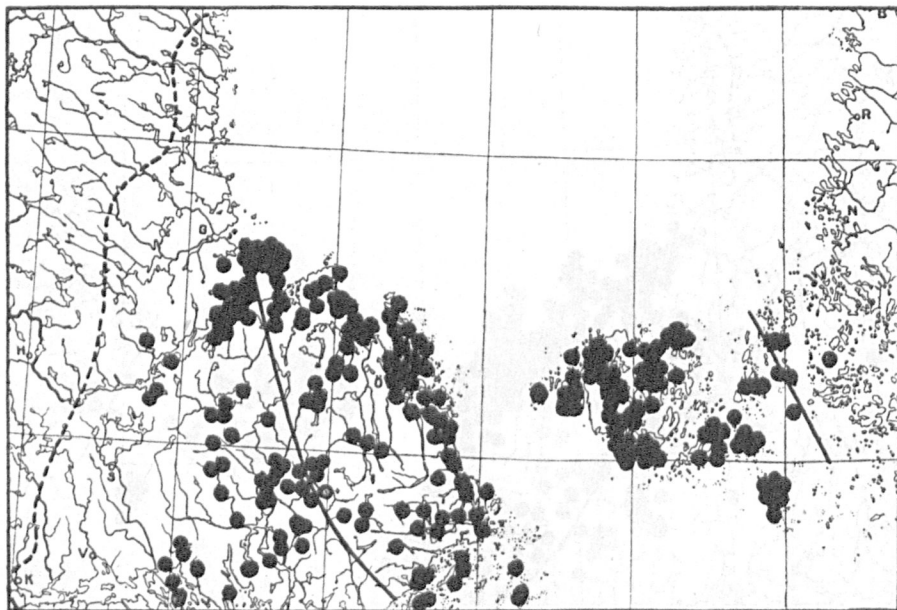


Fig. 28. *Inula salicina* in Nordbaltikum. Nordgrenze der Art im Ostseegebiet.

Beim Durchsehen der unten folgenden Karten ist die beigelegte Kartenskizze Fig. 29, wo die unerforschten oder mangelhaft bekannten Gebiete innerhalb des Schärenmeeres eingetragen sind, notwendigerweise zu berücksichtigen.

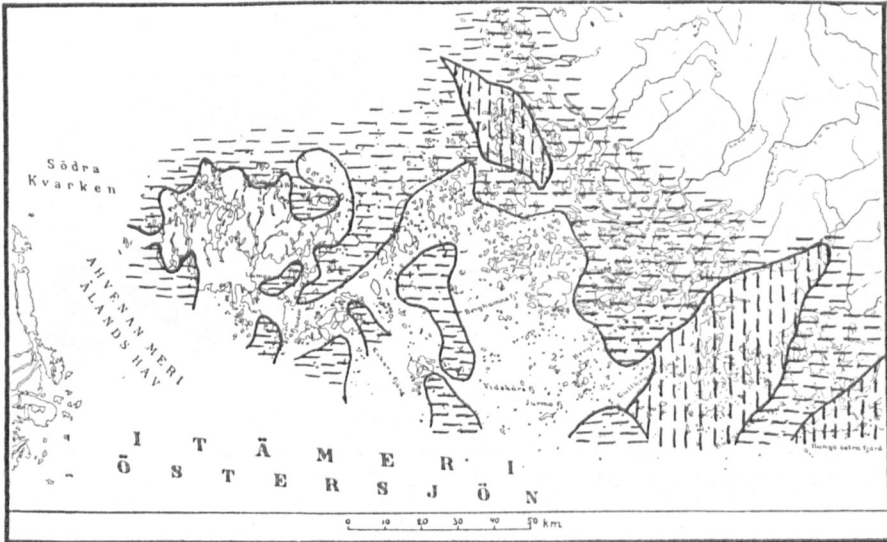


Fig. 29. Kartographische Darstellung der ungleichförmigen floristischen Erforschung des Schärenmeeres Südwest-Finnlands. Der kontinentale Teil der Regio aboënsis nicht berücksichtigt.

≡ = unerforschtes oder mangelhaft bekanntes Gebiet.

||| = erforschtes Gebiet, über dessen Flora unveröffentlichtes Primärmaterial mir zur Verfügung gestellt wurde. In bezug auf Rimito siehe S. 7, die Fussnote.

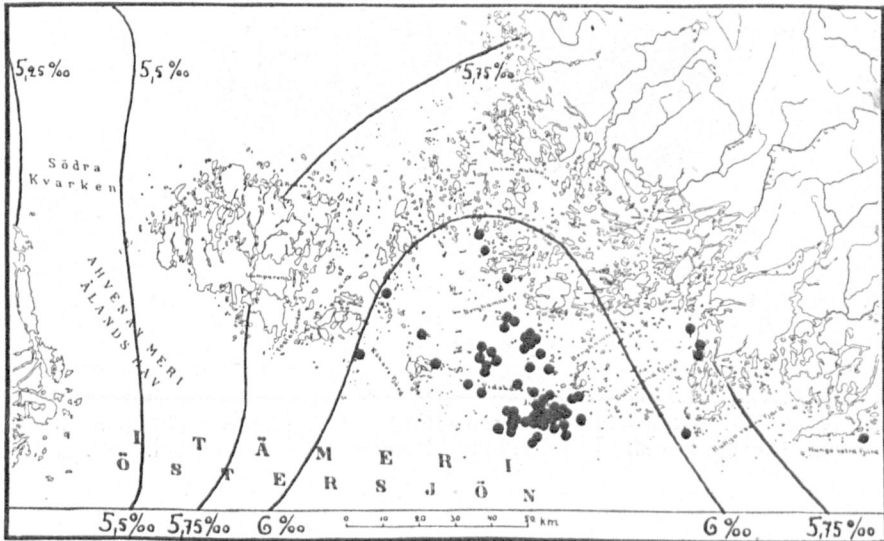


Fig. 30. Isohalinen des Oberflächenwassers im Schärenmeer. Vgl. S. 100. ● = Lokalitäten für *Crambe maritima* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Siehe S. 101

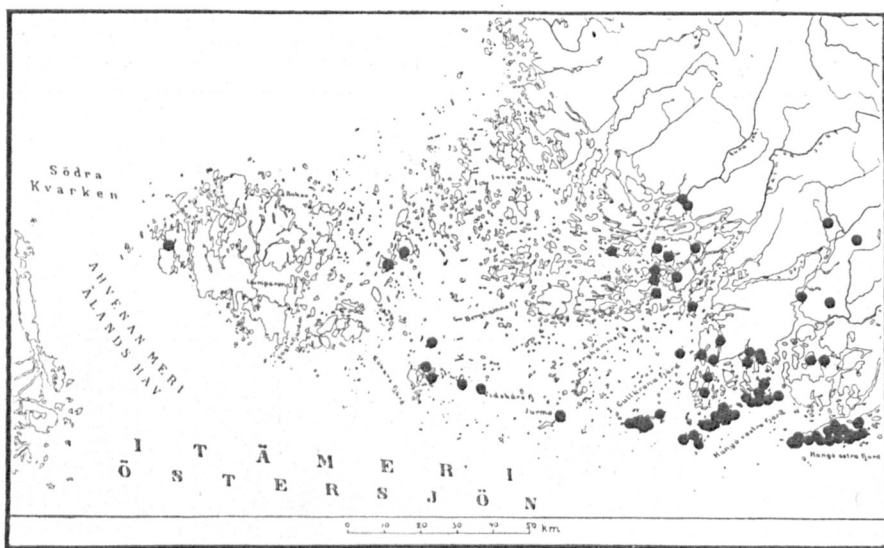


Fig. 31. *Thymus serpyllum* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Östlicher Einwanderer. Vgl. S. 65.

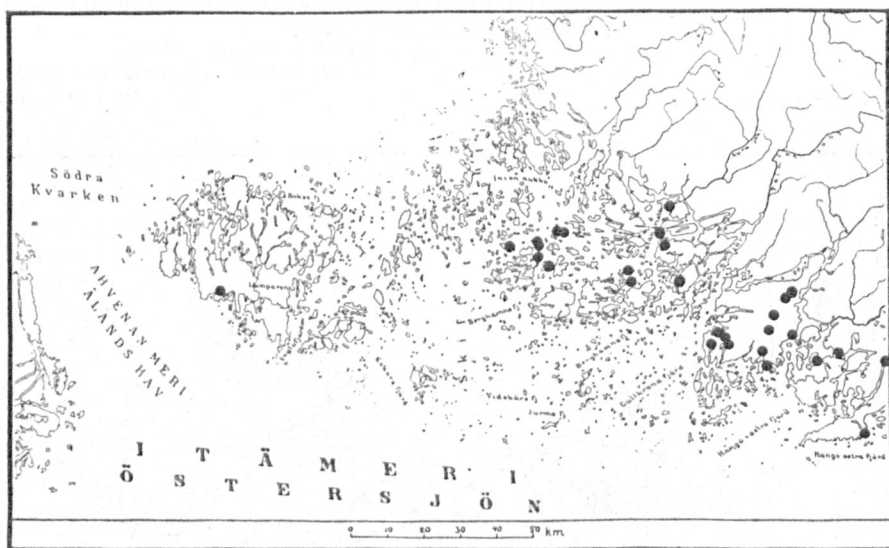


Fig. 32. *Stellaria holostea* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Östlicher Einwanderer. Einzige Lokalität in Uppland: Danderyd bei Stockholm. Vgl. S. 61.

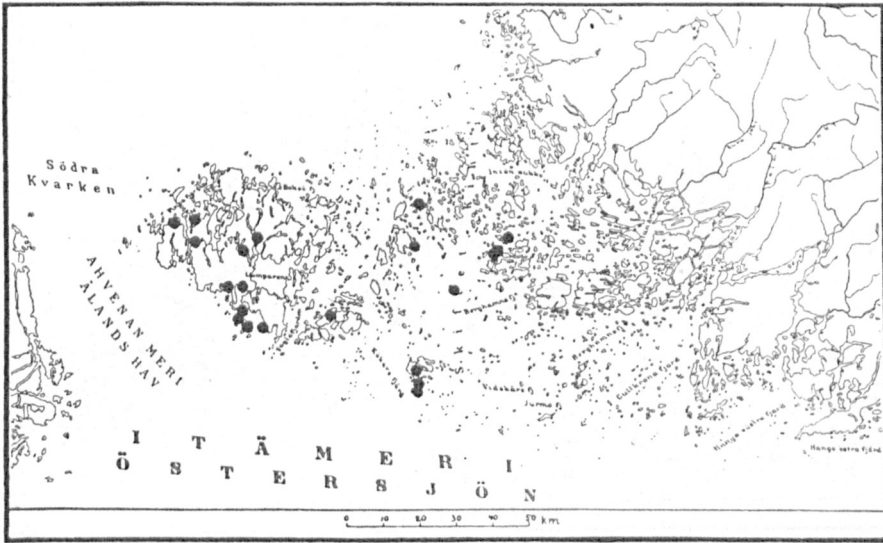


Fig. 33. *Arctium vulgare* in Finnland. Westliches und östliches Anhäufungszentrum. Scheint in Ostbaltikum zu fehlen. Siehe S. 90

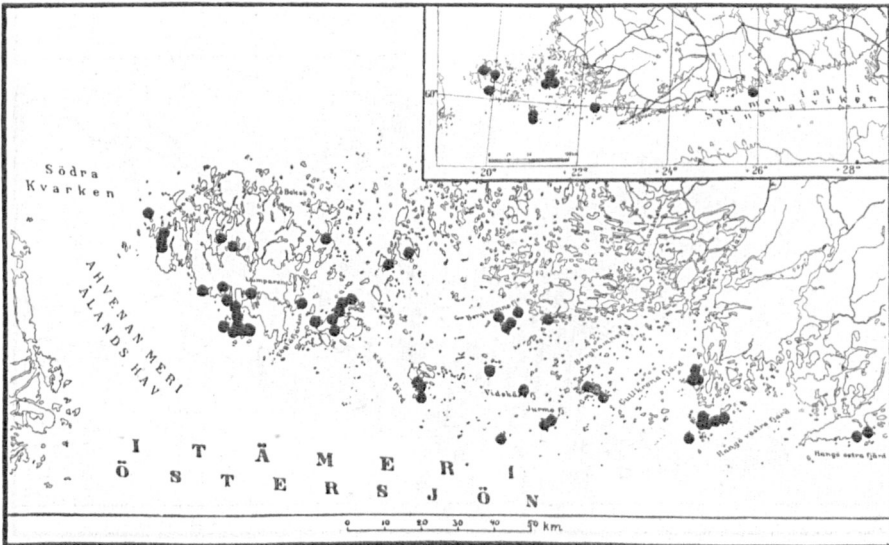


Fig. 34. *Scirpus rufus* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Dürfte teils ein ostbaltischer, teils ein östlicher Einwanderer sein. — Oben rechts: *Allium ursinum* in Finnland. Vgl. S. 60—61

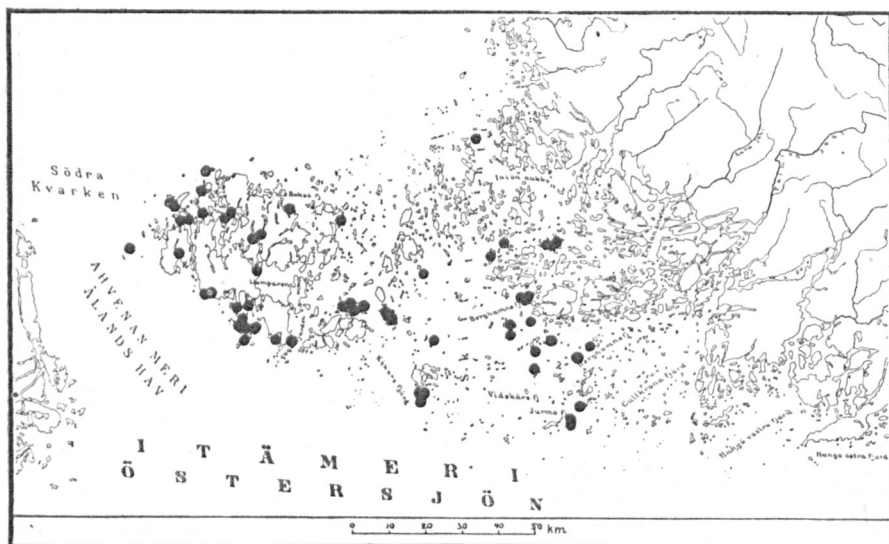


Fig. 35. *Geranium lucidum* in Finnland. Calziphile »Schärenpflanze«. In Ostbaltikum ausserordentlich selten. Vgl. S. 91.

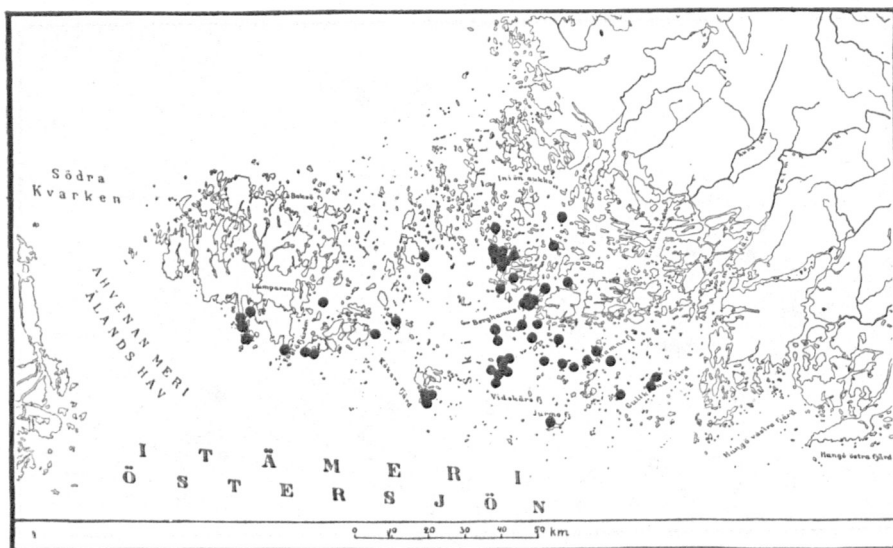


Fig. 36. *Hypericum hirsutum* in Finnland. Dürfte wenigstens im ost-äländischen Schärenhofe weit häufiger sein. Vgl. S. 63.

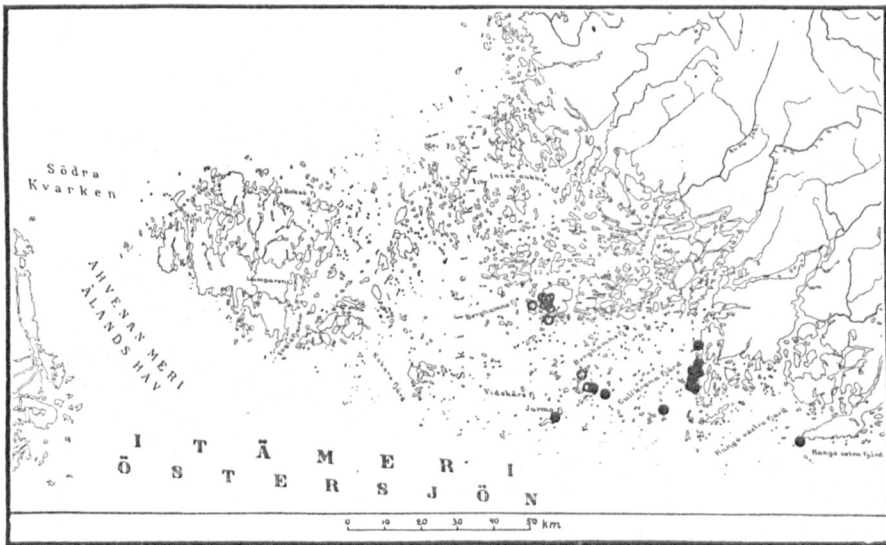


Fig. 37. O = *Cenlunculus minimus* in Finnland (ins Gesamt 11 Lokalitäten).  
Dürfte ein ostbaltischer Einwanderer sein.  
• = *Polygonum Ragi* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Scheint ein  
östliches Element in SW-Finnland zu sein. Vgl. S. 102.

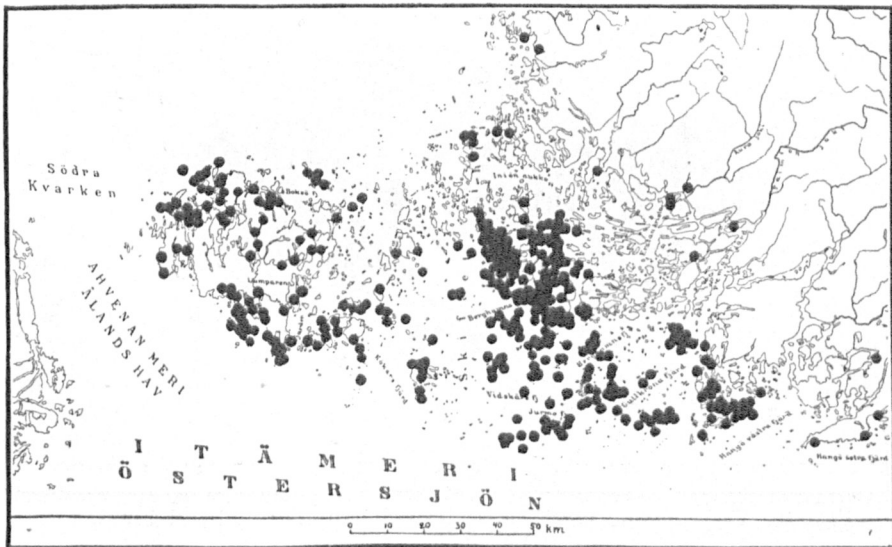


Fig. 38. *Cardamine hirsuta* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Wahrscheinlich  
weit häufiger im åländischen Schärenhof. Dürfte im Schärenarchipel SW-  
Finnlands eine fast ubiquistische »Schärenpflanze« sein. Vgl. S. 84—85.







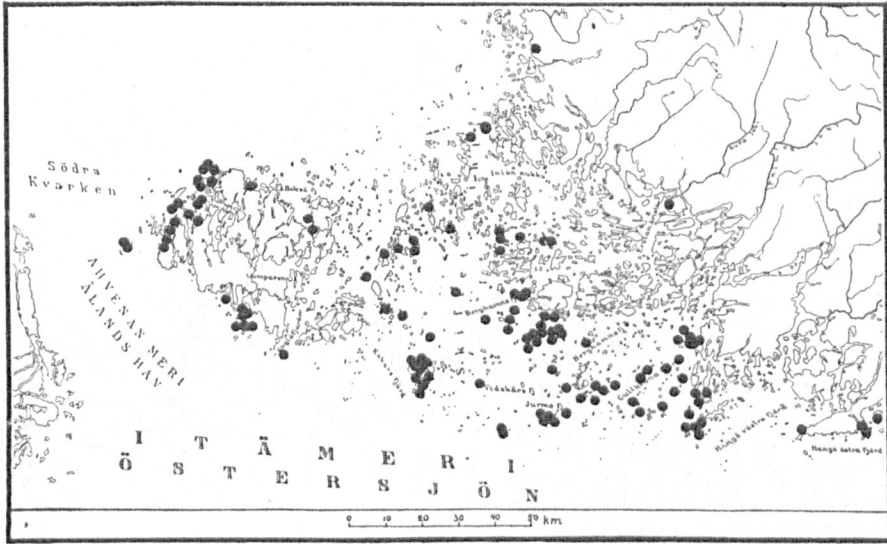


Fig. 41. *Draba incana* im Schärenhof Südwest-Finnlands. »Schärenpflanze« mit extrataeniatem Charakter.

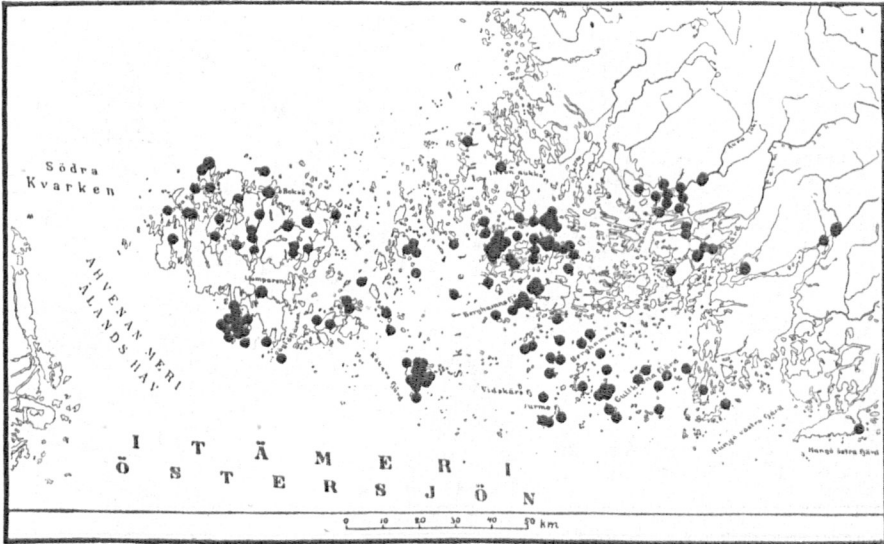


Fig. 42. *Scutellaria hastifolia* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Frequenznahme gegen Osten. Vgl. S. 84—85.

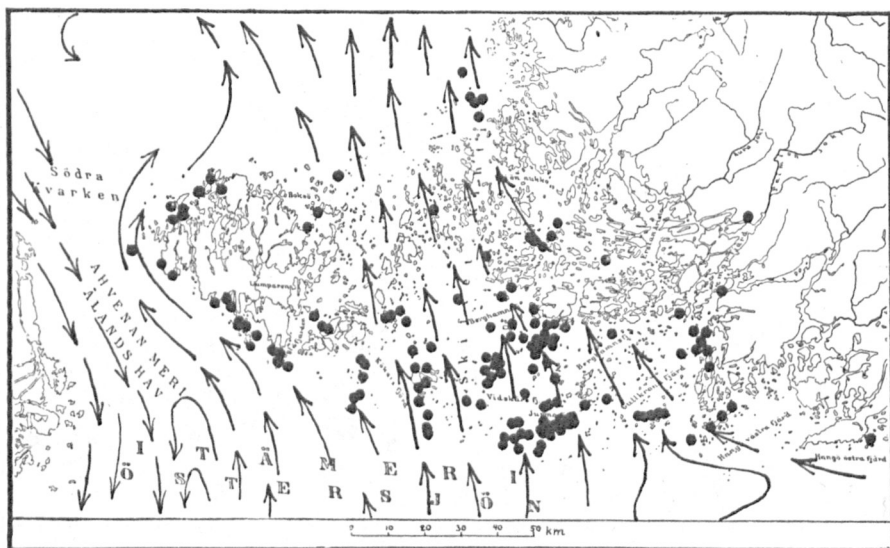


Fig. 43. Herbstliche Oberflächenströmung im Nordbaltischen Gebiet. ● = Lokalität für *Isatis tinctoria*. Vgl. S. 101.

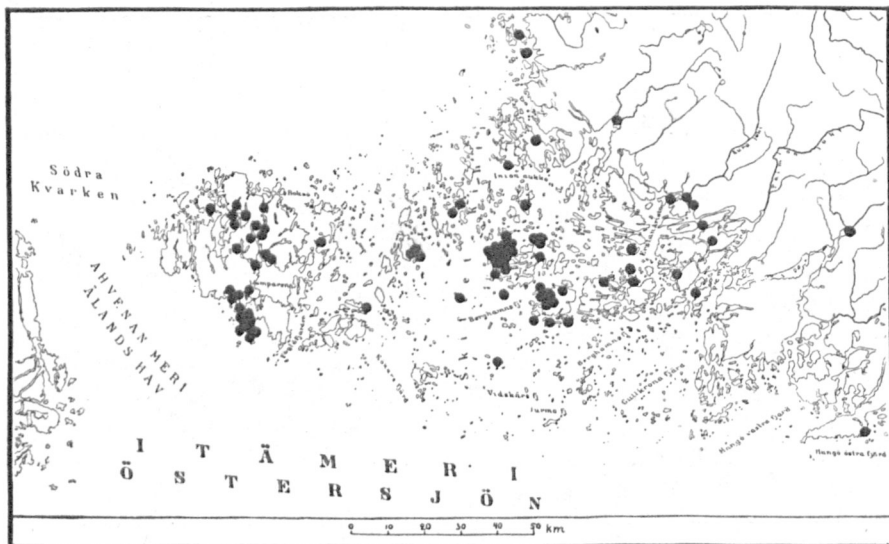


Fig. 44. *Ranunculus ficaria* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. Vgl. S. 84—85.

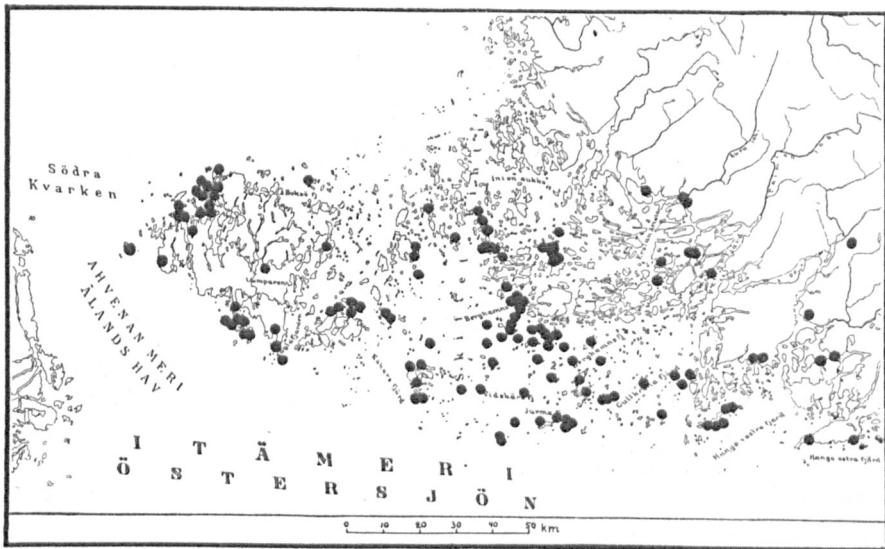


Fig. 45. *Artemisia campestris* im Schärenmeer Südwest-Finnlands. »Schärenpflanze».



ACTA BOTANICA FENNICA 9  
EDIDIT  
SOCIETAS PRO FAUNA ET FLORA FENNICA

BEITRÄGE  
ZUR  
EDAPHISCHEN ÖKOLOGIE DER  
VEGETATION FINNLANDS

VON  
WIDAR BRENNER

II. WIESEN

VORGELEGT AM 6. DECEMBER 1930

HELSINGFORSIAE 1931



## Inhalt.

Seite

<i>Einleitung</i> .....	5
<i>I. Südfinnländische Wiesen</i> .....	7
<i>Zusammenfassung</i> .....	16
<i>II. Die Wiesen von Limingo</i> .....	18
Übersicht der Vegetation .....	22
Die Bodenreaktion und die Vegetation .....	28
<i>Carex-Agrostis-Wiesen</i> .....	36
<i>Deschampsia-Wiesen</i> .....	42
<i>Salix-Betula-Gebüsch</i> .....	45
Saline Wiesen .....	48
<i>Zusammenfassung</i> .....	50
<i>Vergleich der untersuchten Wiesen</i> .....	53
<i>Zitierte Literatur</i> .....	57





## Einleitung.

Diese Studien schliessen sich unmittelbar an den ersten Teil meiner Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. Während dort einige kalkbegünstigte Moore, Wiesen und Wiesenwälder behandelt wurden, sollen in diesem Teile einige Beispiele der in Finnland gewöhnlichsten, so zu sagen trivialen Wiesen gegeben werden. Was im vorigen Teil einleitungsweise über Zweck und Plan dieser Untersuchungen sowie über die verwendete Methodik gesagt wurde, gilt auch für den vorliegenden Abschnitt.

Als Wiesen bezeichne ich einen pflanzensoziologischen Begriff. Wie bekannt zählt man zu den Wiesen solche Vegetationstypen, die eine geschlossene, von Gräsern und Kräutern aufgebaute Feldschicht haben, dagegen keine oder eine verhältnismässig schwach entwickelte Bodenschicht besitzen. Durch die Moorwiesen mit guter sowohl Feld- als Bodenschicht sind die Wiesen mit der Moorserie verbunden. Die Gebüschwiesen und Waldwiesen, z. B. die s. g. Laubwiesen mit licht stehenden Büschen und Bäumen leiten zu den Wiesengebüsch und Wiesenwäldern über.

Die Wiesen Finnlands sind oft Gegenstand botanischer Forschung gewesen. An erster Stelle, wenn auch nicht als die ersten, kommen die klassischen Studien CAJANDERS über »die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler«. Er unterscheidet hier eine Menge von Wiesen-Assoziationen und untersucht ihr Verhältnis zum Boden, in erster Linie die ungleich grosse Sedimentation und Feuchtigkeit. Seine Arbeit hat nicht nur descriptiv und vegetationsanalytisch, sondern auch ökologisch einen grossen Wert. Später hat TERÄSVUORI als Spezialstudium ausgedehnte Wiesenuntersuchungen betrieben, vor allem mit dem Zweck, die floristische Zusammensetzung und die Ertragsfähigkeit der verschiedenen Wiesentypen zu studieren. Da er (1926) eine ausführliche Übersicht der, die Wiesen Finnlands berührenden Literatur gibt, kann ich in dieser Hinsicht ohne weiteres auf seine Publikation verweisen.

Die Wiesen, die auf Land auftreten können (und nur von solchen soll hier die Rede sein), werden am besten in zwei grosse Gruppen eingeteilt: die *Graswiesen* und die *Krautwiesen*. Die Graswiesen zerfallen in *Seggenwiesen*, *Binsenwiesen* und *genuine Graswiesen*.<sup>1)</sup> Unter den Seggenwiesen kann man Grosseg-

---

<sup>1)</sup> Das System ist in seinen Hauptzügen dasselbe wie in den Arbeiten von TERÄSVUORI und vom Verf. (1921 b).

genwiesen (z. B. *Carex inflata*-Wiese, *C. acuta*-Wiese, *C. aquatilis*-Wiese) und Kleinseggenwiesen (z. B. *Carex Goodenowii*-Wiese, *C. canescens*-Wiese sowie *Eriophorum polystachium*-Wiese) unterscheiden. Zu den Binsenwiesen gehören die von *Juncus filiformis* und *J. Gerardi* gebildeten. Ebenso möchte ich am liebsten aus physiognomischen Gründen die *Scirpus lacustris*-Wiese, die *Sc. palustris*- und *uniglumis*-Wiesen, sowie die *Equisetum limosum*-Wiese hier unterbringen. Wie man sieht kann auch hier der physiognomisch wichtige Unterschied Grossbinsenwiese und Kleinbinsenwiese gemacht werden. Die genuinen Graswiesen zerfallen in Hochgraswiesen (z. B. *Phragmites*-Wiese, *Deschampsia caespitosa*-Wiese) und Niedergraswiesen (wie *Agrostis canina*-Wiese, *Festuca ovina*-Wiese, *Nardus stricta*-Wiese, *Sesleria*-Wiese u. s. w.). Auf die verwickelte, und noch ganz unklare Systematik der Krautwiesen brauche ich hier nicht einzugehen.

In Finnland, wo die Waldformationen die herrschenden Pflanzengesellschaften auf einigermassen trockenem Boden sind, nehmen bekanntlich die natürlichen Wiesen sehr bescheidene Areale ein. Es sind meist Uferwiesen, die oft während des Hochwassers überschwemmt werden. In vielen Fällen bleiben auch diese Vegetationstypen nur durch das Mähen oder Weiden erhalten, weshalb sie als halbnatürlich zu bezeichnen sind. Die grosse Mehrzahl aller Wiesen sind aber Kulturwiesen, die entweder durch direkten Ackerbau entstanden sind oder sich als mehr oder weniger unbeständige Genossenschaften ausgebildet haben, wo der Mensch durch die Abtreibung des Waldes oder Roden der Gebüsche Platz geschaffen hat.

Meine Aufzeichnungen über einigermassen natürliche und halbnatürliche Wiesen stammen teils aus der Provinz Nyland, im südlichen Finnland, teils aus der Gegend der Stadt Uleåborg an der Küste des Bottnischen Meerbusens im nördlichen Teile des Landes, wo die weiten, berühmten Wiesen von Limingo gelegen sind. Hieraus ergibt sich die praktische Aufteilung des Materials. Die südfinnländischen Wiesen und ein paar sich ihnen anschliessende Beispiele aus der nördlichen Provinz Savolax wurden schon im Jahre 1921 und zwar nach dem erweiterten Plan untersucht. Es wurden also ausser  $p^H$ -Bestimmungen zahlreiche chemische Analysen der leichtlöslichen Nährstoffe, Nitrifizierungs- und Stickstoffbindungsversuche gemacht. Wegen dieser ausgedehnten Untersuchungsweise sind die hier mitgeteilten Beispiele ziemlich wenig an der Zahl. Die Wiesen von Limingo studierte ich im Sommer 1926 und im folgenden Herbst wurden die mitgebrachten Bodenproben, hauptsächlich auf ihre Reaktion hin, untersucht. Aus jeder 4 m grossen Probe-fläche wurden 3 Bodenproben genommen, weshalb ein Einblick in die Variabilität der Reaktion im kleinsten Raum aus diesem Material zu gewinnen ist.

Es folgen hier zuerst die Vegetations- und Standortsuntersuchungen aus Süd-Finnland.

## I. Südfinnländische Wiesen.

Meine Beobachtungen stammen grösstenteils aus den ausgedehnten Tonbodeengebieten unweit des unteren Laues des Kymmene-Flusses im östlichen Nyland.<sup>1)</sup> Das Gelände ist flach, schwer zu drainieren und wird hier und da noch von Überschwemmungen betroffen. Der Boden ist ausserordentlich gleichmässig. Er besteht aus einem sehr steifen, hochplastischen Ton, der beim Abschmelzen des Inlandseises während der Glazialzeit in gewaltigen Massen sedimentiert wurde. Wir haben also hier einen sehr alten Mineralboden vor uns. Er hat eine neutrale und ziemlich beständige Reaktion. Wegen der geringen Körnchengrösse löst sich z. B. in 4 Proz. HCl verhältnismässig viel Mineralsubstanz. So wurde in solchen Tonböden bis 0,4, in einem Falle sogar 0,6 Proz. leichtlösliches CaO erhalten ohne dass von einem Karbonatgehalt die Rede sein kann. Die Feinkörnigkeit bringt es weiter mit sich, dass der Boden für Wasser sehr schwer durchlässig wird. Das flache Gelände versumpft also leicht. Auch findet man überall, wo der Mensch nicht störend eingegriffen hat, eine oberste Schicht von gut vermodertem, nur schwach saurem Seggentorf, die oft eine Mächtigkeit von 20—30 cm hat, in seichten Vertiefungen aber viel dicker sein kann. Andererseits trifft man auf etwas höher gelegenen Stellen, an der Oberfläche nur eine verhältnismässig dünne Mullschicht. Die Bodenbildung auf den weiten, torfbedeckten Ebenen ist sehr charakteristisch. Aus der Torfschicht werden kolloidal gelöste organische Substanzen, vor allem wachsartige Stoffe, mit dem Wasser nach unten transportiert, wo sie den Ton imprägnieren. Es entsteht unter der Torfschicht eine dunkle, bisweilen schwarze, ausserordentlich dichte und undurchlässige Schicht, die s. g. Pecherde,<sup>2)</sup> die 10—20 cm dick sein kann und allmählich in den grauen Ton übergeht. Hier findet man in verschiedener Tiefe in Spalten und Wurzelgängen Eisenausscheidungen (Glei), die den höchsten Grundwasserstand markieren. Wo Bäche oder kleine Flüsse durch das Gelände fließen, werden natürlich die obersten Bodenschichten mehr oder weniger mit

---

<sup>1)</sup> Bei meinem ehemaligen Studienkameraden, dem Gutbesitzer C. G. TIGERSTEDT, fand ich die freundlichste Aufnahme und interessierte Hilfe.

<sup>2)</sup> Siehe des Näheren z. B. bei AARNIO (1921).

Schwemmerde, Lehm und Ton gemischt. Die Inseln im Kymmene-Fluss, aus welchen ich ein paar Vegetationsaufnahmen besitze, sind häufig von mehr oder weniger versumpftem Schwemmboden gebildet.

Die grössten Areale sind jetzt bebaut oder tragen auf altem Kulturboden entstandene Wälder. Hin und wieder findet man aber noch ziemlich natürliche Wiesengesellschaften, die mit Weidengebüsch eine Art Mosaik bilden und zu einer Zeit, wo Drainierung noch nicht versucht worden war, die herrschenden gewesen sind. Es sind dies hauptsächlich *Carex*-Wiesen. Auf trockeneren Stellen treten halbnatürliche *Deschampsia caespitosa*-Wiesen auf.

Im Zusammenhang mit den östnyländischen Wiesen werden ein paar Aufzeichnungen aus dem westlichen Nyland sowie zerstreute Vegetationsaufnahmen aus dem nördlichen Savolax behandelt.

*Carex Goodenowii*-Wiesen sind die in der Tabelle I, N:o 1—6 verzeichneten Beispiele. In der Feldschicht dominiert gewöhnlich die Hauptart, aber auch andere Arten, Gräser und Kräuter, können mehr oder weniger hervortreten. *Agrostis canina* fehlt selten und wetteifert bisweilen mit der Hauptart. Man kann also hier von einer *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiese reden, die nach der neuesten Terminologie von DU RIETZ (1930) eine Konsoziation darstellen würde. *Eriophorum polystachium* kann auch grosse Abundanz erreichen. Unter den Kräutern sind *Comarum palustre*, *Galium palustre* und *Viola palustris* vielleicht die gewöhnlichsten. Sonst ist die Artenzahl sehr variabel, von dem extrem artenarmen Bestande N:o 3 bis zu der artreichen Gesellschaft aus Savolax (N:o 5). Die Bodenschicht ist, wie bei den Wiesen überhaupt, schlecht entwickelt, meist aus Braunmoosen bestehend. Einige Beispiele, N:o 3 und 4, nähern sich wegen ihrer relativ gut entwickelten Moosschicht den Braunmooren, eine, N:o 2, den *Sphagnum*-Niedermooren. Auf überschwemmten Wiesen tritt bisweilen *Polytrichum Swartzii* in grösserer Menge auf.

I. CAREX GOODENOWII-WIESE; Elimä, Mustila. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 1.

Die Lage der Probefläche war offen und plan. Die Wiese nahm bedeutende Flächen zwischen Weidengebüsch ein. Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind mit der Jahreszeit grossen Schwankungen unterworfen. Im Sommer dürfte der Grad 6 am richtigsten sein. Das Bodenprofil war folgendes:

- 0—20 cm gut vermoderter Torf.
- 20—40 » schwerer Ton (Pecherde).
- 40— » schwerer, grauer Ton mit schwacher Eisenanreicherung (Glei).

Die Bodenproben wurden einer jeden der obengenannten Bodenschichten entnommen. Analysen (Analysator K. TOIVONEN, S. 14):

Tabelle I.

1—6 *Carex Goodenowii*-Wiesen. 7 *Carex canescens*-Wiese. 8—9 *Deschampsia caespitosa*-Wiesen. 10—11 *Nardus stricta*-Wiesen.

1. Elimä, Mustila. 9/6 1921.
2. Pyttis, Haavisto, Insel im Kymmene-Fluss. 12/6 1921.
3. Pyttis, Haavisto, Insel im Kymmene-Fluss. 12/6 1921.
4. Ingå, Vars. 21/7 1921.
5. Kaavi, Niinivaara bei Lautamäki. 17/6 1921.
6. Elimä, Mustila. 11/6 1921.
7. Elimä, Mustila. 11/6 1921.
8. Sjundea, Störsvik. 4/10 1922.
9. Elimä, Mustila. 9/6 1921.
10. Kaavi, Niinivaara. 16/6 1921.
11. Kaavi, Niinivaara. 18/6 1921.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Feldschicht.											
Zwergsträucher.											
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>Salix phylicifolia</i> .....	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
» <i>rosmarinifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Gräser.											
<i>Agrostis canina</i> .....	2	3	—	1	3	3	2	—	—	1	—
» <i>capillaris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Calamagrostis neglecta</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carex canescens</i> .....	2	—	—	2	—	—	4	—	—	—	—
» <i>dioeca</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>flava</i> .....	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
» <i>Goodenowii</i> .....	4	4	5	4	3	3	2	—	—	—	—
» <i>inflata</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>lasiocarpa</i> .....	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
» <i>stellulata</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>vaginata</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	—	—	—	—	—	1	1	5	5	1	—
<i>Eriophorum latifolium</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
» <i>polystachium</i> .....	2	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—
» <i>vaginatum</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Festuca ovina</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
» <i>rubra</i> .....	—	—	—	—	2	1	—	—	1	—	—
<i>Juncus filiformis</i> .....	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Molinia coerulea</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Nardus stricta</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5
<i>Phragmites communis</i> .....	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Poa pratensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Scirpus trichophorus</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Kräuter.</b>											
<i>Antennaria dioeca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Aracium paludosum</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Caltha palustris</i> .....	1	—	—	1	—	1	2	—	1	—	—
<i>Cerastium caespitosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Comarum palustre</i> .....	2	3	—	3	2	2	3	—	2	—	—
<i>Drosera anglica</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>rotundifolia</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Equisetum limosum</i> .....	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	—
<i>Galium palustre</i> .....	1	2	—	1	1	—	2	—	—	—	—
» <i>uliginosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Hieracium pilosella</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Lathyrus pratensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Pedicularis palustris</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Peucedanum palustre</i> .....	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
<i>Polygonum viviparum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Potentilla anserina</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
» <i>erecta</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	2
<i>Ranunculus acris</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	3	3	—	—
» <i>auricomus</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—
» <i>flammula</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Rumex acetosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Scutellaria galericulata</i> .....	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Stellaria graminea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Trifolium repens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Vicia cracca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Viola palustris</i> .....	1	3	—	—	2	2	2	1	2	—	—
<b>Bodenschicht.</b>											
<i>Acrocladium cuspidatum</i> .....	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amblystegium cordifolium</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>fluitans</i> .....	2	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>revolvens</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
» <i>trifarium</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Climacium dendroides</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Fissidens osmundoides</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
» <i>squarrosus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Mnium medium</i> .....	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Polytrichum gracile</i> .....	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
» <i>juniperinum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Swartzii</i> .....	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sphagnum amblyphyllum</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>centrale</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>subsecundum</i> .....	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—

Probe	Bodenart	Tiefe	Org.	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
			Subst.	gef. ber.	gef. ber.					
Ia	Torf	10 cm	63,7	2,12 3,33	0,55 0,86	0,08	0,03	0,01	0,29	5,8
Ib	Pecherde	30 »			0,43	0,21	0,03	0,01	0,06	6,9
Ic	Ton	50 »			0 24	0 40	0,07	0,01	0,06	7,0

Die Titrierungskurve der Torfschicht, mit 5 g Substanz erhalten (Fig. 1 a), ist, wie man sieht, eine ziemlich typische Torfkurve. Die aktuelle Nachgiebigkeit gegen Alkali ist sehr klein, 0,1, die gegen Säure etwas grösser, 0,4. Der schwere, graue Ton des Untergrundes gab mit je 10 g Substanz die sehr bemerkenswerte Kurve b in Fig. 1. Man sieht, wie bei etwa p<sup>H</sup> 8,5 eine starke Pufferung gegen Alkali eintritt. Wichtiger ist, dass dieser Boden auch gegen Säuren ziemlich wenig nachgiebig ist (aktuelle Nachgiebigkeit 0,5). Ähnliche Kurven geben immer die hochplastischen, neutralen Glazialtone.

Sowohl mit, als ohne Impfung trat Nitrifizierung nur in den mit CaCO<sub>3</sub> versetzten Torfproben ein. Auch die Lagerungskultur gab kein besseres Ergebnis. Die Mannitkulturen, in welchen sich die N-fixierende Mikrovegetation entwickeln sollte, gaben sowohl mit, als ohne CaCO<sub>3</sub>, nur schwache Pilzvegetation.

II. CAREX GOODENOWII-NIEDERMOORWIESE;  
Pyttis, Haavisto. Vegetationsaufnahme Tabelle I  
N:o 2.

Die Lage war offen, plan auf einer zu den Karhusaaret gehörenden Insel im Kymmene-Fluss, die im Frühling immer überschwemmt wird. Die Feuchtigkeit während der Vegetationsperiode kann auf 7 geschätzt werden. Die Bodenart war tiefer Niedermoororf, hauptsächlich aus Seggenarten gebildet. Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

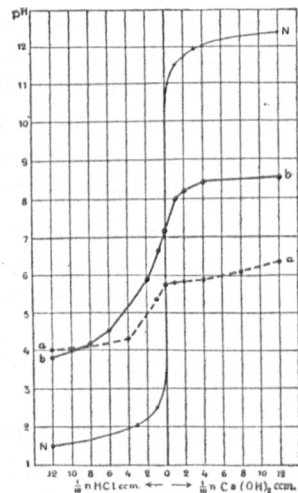


Fig. 1.

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
IIa	Torf	10 cm	2,68	0,58	0,06	0,13	0,05	6,3

Nitrifizierung wurde nur in der geimpften, mit CaCO<sub>3</sub> versetzten Kultur erzielt. Die Mannitkulturen gaben nur Spuren von Pilzmycel.

III. CAREX GOODENOWII-NIEDERMOORWIESE; Pyttis, Haavisto. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 3.

Der Ort war in der Nähe des vorigen gelegen und die Standortverhältnisse dieselben. Bodenprofil:

0—20 cm stark mit Schlamm gemischter Niedermoortorf.  
20— » angeschwemmter Lehm.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org.Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
IIIa	Schlamm-Torf	10 cm	15,4	0,22	0,04	0,02	0,02	0,03	6,0
IIIb	Lehm	30 »		0,18	0,15	0,02	0,02	0,07	6,7

In der Torfschicht kam auch ohne Impfung bei CaCO<sub>3</sub>-Zusatz Nitrifizierung zu stande. Ohne CaCO<sub>3</sub> wurde nur in der Lagerungskultur eine sehr schwache Reaktion verzeichnet. Die Mannitkulturen gaben nur Spuren von Mycel.

IV. CAREX GOODENOWII-WIESE; Ingå, Vars. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 4.

Die Wiese liegt an einem, jetzt beinahe verwachsenen See. Die Lage der Probefläche war plan und offen, die Feuchtigkeit entspricht etwa dem Grade 7. Die Bodenart war tiefer Niedermoortorf.

Die mitgenommene Probe stammt aus 10 cm Tiefe und wurde nicht chemisch untersucht. Ihre Reaktion war mässig sauer, p<sup>H</sup> 5,4. Die Nitrifizierung gelang in den geimpften Kulturen nur nach CaCO<sub>3</sub>-Zugabe. Die Mannitkulturen gaben ohne CaCO<sub>3</sub> eine schwache, mit CaCO<sub>3</sub> eine mässige Vegetation.

V. CAREX-WIESE; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 5.

Die Lage der Probefläche war offen und flach, in der Nähe eines durchfliessenden Baches. Die Feuchtigkeit war etwa 7. Profil:

0—35 cm Niedermoortorf.  
35— » mittelgrober Schwemmsand.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
Va	Torf	10 cm	1,34	0,31	0,17	0,06	0,04	0,06	0,09	5,8
Vb	Sand	40 »		0,06	0,05	0,04	0,02	0,08	0,05	4,9?



Die Reaktion im Sande ist unsicher, weil in diesem pufferarmen Boden die Parallelbestimmungen von einander abweichende Zahlen ergaben.

Die Nitrifizierungsversuche gaben ohne Impfung negatives Ergebnis, so auch die geimpften Flüssigkeitskulturen. In den Lagerungskulturen dagegen entstand ohne  $\text{CaCO}_3$  eine mässige, mit  $\text{CaCO}_3$  eine gute Reaktion. Die Mannitkulturen mit Torf gaben ohne  $\text{CaCO}_3$  eine schwache, mit  $\text{CaCO}_3$  eine mässige Pilzvegetation. In der Sandprobe war die Vegetation schwach.

VI. *ERIOPHORUM POLYSTACHIUM*-REICHE *CAREX GOODENOWII*-WIESE; Elimä, Mustila. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 6.

Die Probefläche war plan und offen. Die Wiese wechselt mit *Salix*-Gebüsch ab. Die Feuchtigkeit wurde auf 6—7 geschätzt. Die Bodenart war tiefer Torf.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
VIa	Torf	.... 10 cm	2,17	0,66	0,09	0,07	0,03	0,10	0,02	6,2

Nitrifizierung kam nur in  $\text{CaCO}_3$ -haltigen Kulturen zu stande. Die Mannitkulturen gaben schwache Pilzmycelien.

VII. *CAREX CANESCENS*-WIESE; Elimä, Mustila. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 7.

Die Probefläche war offen und plan, in der Nähe der vorigen gelegen. Feuchtigkeit etwa 6. Das Bodenprofil war folgendes:

0—30 cm	gut vermoderter Torf.
30—50 »	Ton, Pecherde.
50—	» grauer Ton mit etwas Glei.

Analysen (Analysator E. STÄHLBERG):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO gef. ber.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
VIIa	Torf	10 cm	66,0	0,47 0,71	0,07	0,04	0,03	0,11	5,9
VIIb	Pecherde	35 »		0,33	0,21	0,06	0,01	0,06	6,9
VIIc	Ton	50 »		0,37	0,33	0,11	0,02	0,03	7,0

Eine mässig starke Nitrifizierung fand nur in den geimpften Kulturen statt. Die Mannitkulturen gaben wie gewöhnlich schwache Entwicklung.

Wir kommen nun zu den genuinen Graswiesen. Von diesen sind nur ein paar *Deschampsia caespitosa*-Wiesen und *Nardus stricta*-Wiesen untersucht worden.

Die *Deschampsia caespitosa*-Wiese, die so häufig auch an der Meeresküste auf flachen Strändern, dicht oberhalb der Hochwassergrenze auftritt, ist gewöhnlich eine artenarme Gesellschaft. *Ranunculus acris* ist oft die einzige Beimischung, die mehr auffällt (Tabelle I N:o 8). N:o 9 ist eine artenreichere *Deschampsia*-Wiese, die auf etwas höheren Teilen des sonst mit Riedgraswiesen bedeckten Geländes im östlichen Nyland (Elimä) vorkommt.

VIII. DESCHAMPSIA CAESPITOSA-WIESE; Sjundeå, Störsvik. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 8.

Die Probefläche war an einem flachen Meeresstrand offen und plan gelegen. Die Feuchtigkeit war etwa 5—6. Der Boden bestand aus sandiger Gytja.

Es wurde nur die Reaktion in der obersten Schicht bei 5 cm Tiefe bestimmt. Sie war ziemlich stark sauer:  $p^H$  5,0.

IX. KRAUTREICHE DESCHAMPSIA CAESPITOSA-WIESE; Elimä, Mustila. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 9.

Die Lage der Probefläche war sanft gegen E geneigt und offen. Die Wiese bekleidete nämlich die etwas höheren Teile eines flachen Tales, das sonst mit *Carex Goodenowii*-Wiesen und *Salix*-Gebüsch bewachsen war. Feuchtigkeit 5. Bodenprofil:

0—16 cm Mull.  
16— » steifer, lehmiger Ton.

Analysen (Analysator K. TOIVONEN):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
IXa	Mull	10 cm	2,56	0,70	0,10	0,07	0,04	0,10	0,02	6,0
IXb	Ton	20 »		0,20	0,18	0,11	0,02	0,06	Spur	6,8

In der Mullprobe verlief die Nitrifizierung relativ günstig. Ohne Impfung gab die CaCO<sub>3</sub>-haltige Flüssigkeitskultur gute Reaktion. Die Lagerungskultur nitrifizierte auch ohne CaCO<sub>3</sub> mässig. Die Mannitkulturen gaben wie gewöhnlich für diese Böden nur schwache Entwicklung.

Die *Nardus stricta*-Wiesen sind meist als Kulturwiesen zu betrachten. Die Tabelle I N:o 10 und 11 geben zwei Beispiele, die beide aus nordöstlichem Savolax stammen. Von diesen ist wenigstens N:o 11 auf altem Kulturboden entstanden.

X. NARDUS STRICTA-WIESE; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 10.

Die Probefläche hatte eine plane, offene Lage, die Feuchtigkeit war etwa 6. Der Boden bestand aus tiefem, gut vermodertem Torf.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
Xa	Torf	10 cm	2,68	0,69	1,58	0,63	0,03	0,02	0,02	6,5

Die Nitrifizierungskulturen in Lösungen fielen sowohl mit, als ohne  $\text{CaCO}_3$  negativ aus. Die Lagerungskulturen gaben dagegen, aber nur nach Impfung, positives Ergebnis auch ohne  $\text{CaCO}_3$ . In der Mannitkultur ohne  $\text{CaCO}_3$  trat Buttersäuregärung ein, mit  $\text{CaCO}_3$  kam eine gute Pilzvegetation zu stande.

XI. NARDUS STRICTA-WIESE; Kaavi, Niinivaara. Vegetationsaufnahme Tabelle I N:o 11.

Die Probefläche war in der Nähe der vorigen gelegen, aber auf sandigem Moränenboden, der früher bebaut gewesen war. Die Lage war offen, sanft nach W geneigt. Die Feuchtigkeit konnte zu nur 3 geschätzt werden. In der Moräne konnte keine deutliche Mullschicht beobachtet werden, sondern sie war an der Oberfläche nur sehr schwach mit organischer Substanz gemengt.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH):

Probe	Bodenart	Tiefe	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	p <sup>H</sup>
XIa	Moräne	20 cm	0,13	0,46	0,11	0,03	0,07	5,4

Die Nitrifizierung verlief nur in den geimpften und mit  $\text{CaCO}_3$  versetzten Kulturen gut. Die Mannitkultur ohne  $\text{CaCO}_3$  gab schwaches, farbloses Mycel, die mit  $\text{CaCO}_3$  eine gute Entwicklung von Pilzen, welche die Lösung klar gelb färbten. Der N-Gewinn der unter Abschluss von atmosphärischen N-Verbindungen gezogenen Kultur betrug 1,6 mg pro 1 g zur Verfügung stehendem Mannit.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist keine von den untersuchten Wiesen ganz im Naturzustand gewesen. Am wenigsten kulturbeeinflusst sind die Riedgraswiesen. Sie wechseln gewöhnlich mit Weidengebüschen ab und diese würden wahrscheinlich den Raum ganz erobern, wenn sie nicht der Mensch durch Mähen zurückhielte. Als natürliche, mit den Wiesen eng verbundene Gesellschaften beanspruchen die Weidengebüsche unser Interesse in diesem Zusammenhang. Hier nur ein Beispiel:

XII. SALIX PHYLICIFOLIA-GEBÜSCH; Elimä, Mustila. Die Vegetationsaufnahme gab folgende Artenliste:

Gebüschschicht: *Salix phyllicifolia* 5.

Feldschicht, Kräuter: *Rubus arcticus* 3, *Caltha palustris* 2, *Galium palustre* 2, *Pyrola rotundifolia* 2, *Viola mirabilis* 1+, *Corallorrhiza innata* 1, *Comarum palustre* 1, *Lychnis flos cuculi* 1, *Peucedanum palustre* 1. Gräser: Sterile Gräser, *Poa* sp. etc. 3, *Calamagrostis purpurea* 2—.

Bodenschicht: *Acrocladium cuspidatum* 2, *Amblystegium cordifolium* 2, *Polytrichum Swartzii* 2.

Die Lage war plan, in einem oft überschwemmten Gelände. Die Feuchtigkeit war deshalb sehr variabel, kann aber während der Vegetationsperiode mit 6 als Mittelwert bezeichnet werden. Das Bodenprofil war folgendes:

- 0—18 cm gut vermoderter Niedermoortorf, stark mit Schlamm imprägniert.  
 18—25 » Ton, Pecherde.  
 25— » schwerer, grauer Ton mit mässig Gleit.

Analysen (Analysator H. LÖNNROTH, Ca u. P auch E. STÅHLBERG):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH
XIIa	Schlamm-Torf	10 cm	32,5	0,13	0,05	0,06	0,05	1,64 <sup>1)</sup>	6,2
XIIb	Ton	30 »		0,24	0,28	0,23	0,07	0,06	7,0

Die Torfprobe gab in der flüssigen Kultur mit CaCO<sub>3</sub>, in der Lagerungskultur sogar ohne CaCO<sub>3</sub> eine ausgezeichnete Nitratreaktion. Die Mannitkulturen dagegen gaben nur schwache oder mässige Entwicklung.

### Zusammenfassung.

In den oben untersuchten Wiesen war der Boden, soweit er als edaphischer Standort für die Gräser und Kräuter in Frage kommt, in den meisten Fällen Niedermoortorf (*Cyperacé*-Torf). Dies gilt besonders für die untersuchten *Carex*-Wiesen. Auch wenn der Torf so dünn wie 20 cm war, ist anzunehmen, dass die Wurzeln nicht in die dichte Pecherdeschicht, ausser vielleicht in den Spalten, eindringen können. Der Mineralboden hat also nur insofern eine Bedeutung, als mit dem Wasser aus ihm Nährstoffe herauftransportiert werden, was auch bestimmend auf die Torfbildungsprozesse wirken muss. Die beiden *Deschampsia*-Wiesen und die eine *Nardus*-Wiese hatten verschiedenartige Mineralböden als Substrat.

Wie auch für andere Vegetationstypen, scheint besonders für die Wiesen die Feuchtigkeit am meisten zu bedeuten. Die Feuchtigkeitsgrade 6—7 sind für die *Carex*-Wiesen und Weidengebüsche eigentümlich. Für die *Deschampsia caespitosa*-Wiese kommen meist etwas trocknere Standorte, 5—6 in Frage.

In bezug auf die Vegetation und die Zusammensetzung des Substrates sind kaum irgendwelche Regelmässigkeiten zu konstatieren. Der Gehalt an leichtlöslichem CaO im verhältnismässig reinen Torf der *Carex*-Wiesen auf Glazialton war 0,47—0,66 Proz., auf die organische Substanz berechnet 0,71—0,86 Proz., also ziemlich niedrig. KOTILAINEN bekam in seiner *Cyperacé*-Torfartsgruppe 0,70—3,49 Proz. und WARÉN in ähnlichen Torfarten 0,3—1,12 Proz. CaO. Im lehmgemischten Torf war der Ca-Gehalt natürlich noch viel geringer. Im steifen Ton wurden die für einen karbonatfreien Mineralboden recht hohen Zahlen 0,24—0,37 Proz. erhalten, in der Pecherde war der Ca-Gehalt etwa derselbe oder unbedeutend höher. Der Sand und der auf ihn gebildete Torf (V) waren verhältnismässig viel ärmer an Kalk. Wenn also in den Torf-Ton-

<sup>1)</sup> Da die Zahl 1,64 Proz. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> auf doppelter Bestimmung fusst, kann ein analytischer Fehler nicht vorliegen. Wahrscheinlich ist der hohe P-Gehalt durch angeschwemmten und angereicherten Vivianit bedingt.

profilen der Ca-Gehalt — weil das Ca im Torfe festgehalten wird — nach unten abnimmt, so ist mit dem Mg und K gerade das umgekehrte der Fall. Leichtlöslichen MgO gab es in den Torfen 0,05—0,09, im Ton 0,28—0,40 Proz.; K<sub>2</sub>O im Torfe 0,03—0,07, im Ton 0,07—0,23 Proz. Diese Relation gilt nicht für die Profile III und V, wo der Schwemmlehm und der Sand ebenso arm als die Torfschichten waren. Der Glazialton ist also im allgemeinen recht reich an leichtlöslichen Mg und K. Na kommt überall in ganz unbedeutenden Mengen vor. Etwa wie das Ca verhält sich der Phosphor, d. h. die Torfschichten sind reicher als der Ton. Im Torf wurde 0,10—0,29 Proz. gefunden, im Ton dagegen nur 0,03—0,06 Proz., was sehr wenig ist.

Das einzige Mullprofil einer *Deschampsia*-Wiese (IX) fällt durch die etwas niedrigeren Zahlen für Ca und Mg im Mineralboden auf, was zweifelsohne mit der lehmigen Beschaffenheit des Tones zusammenhängt. Jedoch ist der CaO-Gehalt im Mull ziemlich hoch: 0,70 Proz.

Die Reaktion der hier behandelten Wiesen ist in keinem Falle sehr sauer gewesen und zeigte ausserdem, wie gewöhnlich im Torfe, eine grosse Stabilität. Die *Carex*-Wiesen hatten Reaktionszahlen  $p^H$  5,4—6,3. Nimmt man nur die Wiesen des östnyländischen Tongebietes mit, so ist die Reaktion  $p^H$  5,8—6,3. Es ist dies ein Ausdruck der allgemeinen Regel, dass der, auf dem steifen, glazialen Ton entstehende Torf, wenigstens so lange er nicht sehr mächtig ist, nur schwach sauer wird. In dieser Richtung wirken die neutrale Reaktion und die relativ starke Pufferung des Tones; man hat also hier mit einer gewissen »Kalkwirkung« ohne CaCO<sub>3</sub> zu tun. (Vergl. BRENNER 1930, S. 88.)

Die beiden *Deschampsia*-Wiesen hatten sehr verschiedene Standorte. Die artenarme Strandwiese VIII hatte  $p^H$  5,0 (vergl. die Wiesen von Limingo), die krautreiche Wiese des glazialen Tongebietes  $p^H$  6,0. Noch mehr unterscheiden sich die zwei *Nardus*-Wiesen von einander. Die eine wuchs auf kalkreichem Torf mit dem  $p^H$  6,5, die andere auf kalkarmer Moräne bei  $p^H$  5,4.

Der N-Gehalt des Torfes war im östnyländischen Tongebiet durchgehend hoch: 2,12—2,68 Proz. (in einem Falle berechnet 3,33 Proz.). Dies stimmt gut mit den von WARÉN und KOTILAINEN in entsprechenden Torfarten ermittelten Werte. Der Mull der *Deschampsia*-Wiese war in Anbetracht seines geringen Humusgehalts sehr N-reich: 2,56 Proz.

Für die Nitrifizierung haben sich die Substrate der verschiedenen wiesenartigen Gesellschaften nach Zusatz von CaCO<sub>3</sub> ausgezeichnet geeignet. Sogar ohne besondere CaCO<sub>3</sub>-Zufuhr gaben einige Proben gute Reaktion. Es sieht aus, als ob die Bakterien in den natürlichen Bodenproben gediehen, da in der Mehrzahl der Fälle Impfung nicht nötig war um gute Reaktion hervorzurufen.

Die N-fixierende Mikroflora scheint dagegen in den untersuchten Wiesenböden des östnyländischen Tongebietes schlecht entwickelt zu sein. Dies stimmt nicht gut mit den gefundenen hohen N-Beträgen.

## II. Die Wiesen von Limingo.<sup>1)</sup>

Auf 65° nördlicher Breite, wenig südlich der Stadt Uleåborg, schiebt sich die flachgründige Bucht von Limingo (Liminka), auch »Lumijoen selkä« genannt, in das Land hinein. Sie ist der letzte Rückstand eines viel grösseren Busens, der früher in der Richtung nach dem Uleå-See bedeutende Areale einnahm. In die Bucht münden zusammen drei kleine Flüsse: Temmesjoki, Tyrnävänjoki und Ängeslevänjoki mit zahlreichen Nebenflüssen; nach ihrer nordöstlichen Erweiterung bei Kempele fliessen ausserdem ein paar Bäche. Wegen der bedeutenden Zufuhr von süsssem Wasser ist der Salzgehalt des nördlichen Bottnischen Meerbusens sehr gering: an der Küste dieser Gegend nach Atlas über Finnland 2 Promille, in der Bucht von Limingo und besonders an den Mündungen der Flüsse noch viel geringer. Der Strand und das ganze Gelände landeinwärts ist ausserordentlich flach und hier, östlich und südöstlich von der Bucht, breiten sich die berühmten Wiesen von Limingo aus, so weit das Auge reicht. Sie sind also auf altem Meeresboden entstanden. Da die Landhebung in dieser Gegend beträchtlich ist (nach WITTING kann man während historischer Zeit mit einer gleichmässigen Hebung von rund 1 m pro Jahrhundert rechnen) und die höchsten, östlichen Teile der Wiesen, östlich von der Landstrasse 3—7 m ü. d. M. liegen, erhellt, dass der Boden hier sehr jung, der älteste etwa 700 Jahre alt ist. Die Flachheit des Bodens bringt es auch mit sich, dass die Gebiete, die periodisch überschwemmt werden, sehr weit sind. Die maximalen, durch Seewinde bedingten Variationen des Wasserstandes betragen in den nördlichsten Teilen des Bottnischen Meerbusens 2,75—3,0 m.

---

<sup>1)</sup> In seiner Abhandlung: »Über die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola« hat LEIVISKÄ u. a. auch diese Gegend ausführlich behandelt. Seine Vegetationsbeschreibungen, auf die hier oft hingewiesen wird, beziehen sich aber hauptsächlich auf die eigentlichen Strandwiesen, weshalb es mir angebracht erscheint die ganze Vegetation hier etwas näher zu beschreiben. Auch TERÄSVUORI (1926) teilt in seinen Wiesenuntersuchungen einige Beispiele von Wiesenbeständen aus dieser Gegend mit und bestimmt die Ernteerträge einiger häufig auftretender Arten. Detaillierte Untersuchungen aus anderen finnländischen Küstengebieten, wo die Wiesen eine hervorragende Rolle spielen, sind von HÄYRÉN (1902 u. 1909) veröffentlicht worden.

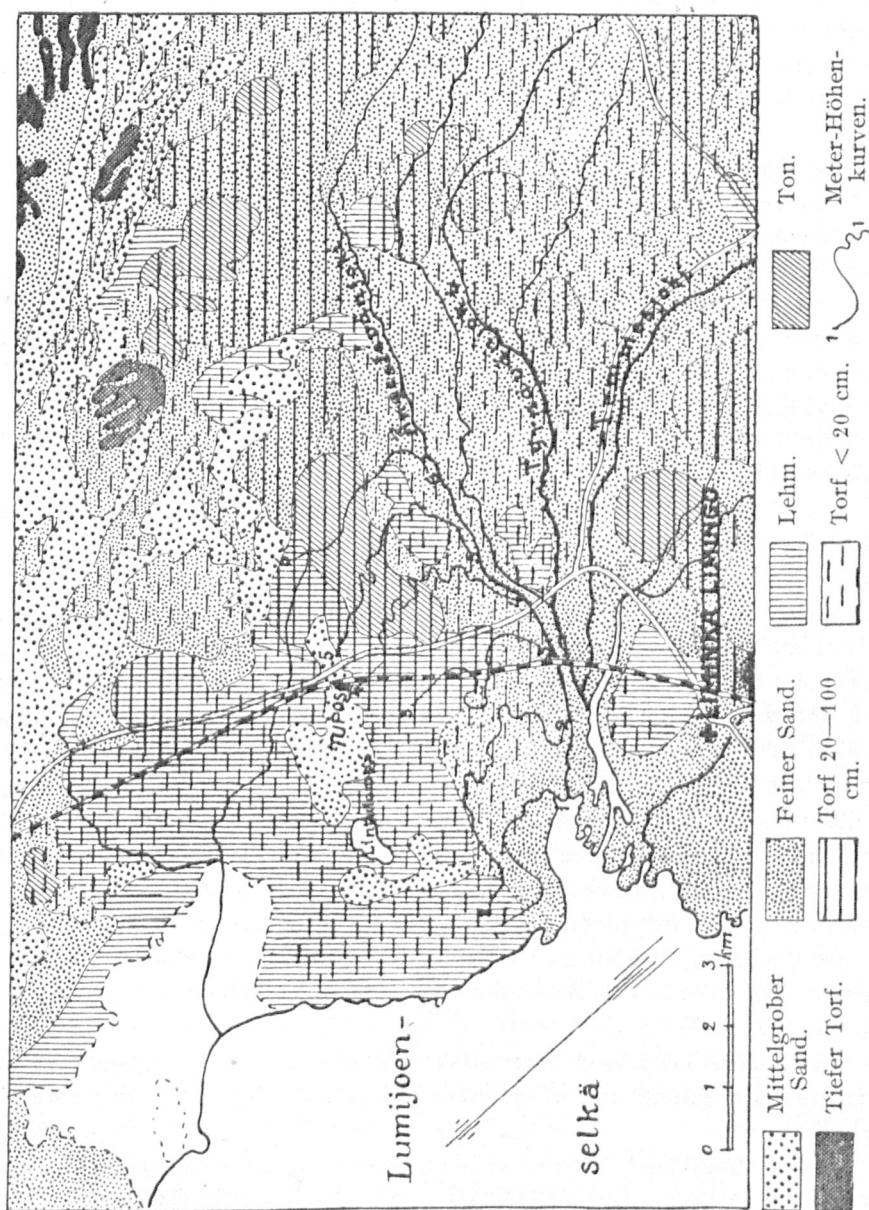


Fig. 2. Bodenartskarte des Wiesengebietes von Limingo.  
(Errichtet durch das Staatliche Institut für Bodenforschung.)



Dies bedeutet, dass der Strand, der bald trocken, bald vom Meereswasser bedeckt liegt, nach meiner Terminologie also die litorale Zone, ein paar Kilometer breit sein kann. Hierzu kommt noch, dass die Flüsse im Frühjahr regelmäßig über ihre Ufer steigen und bisweilen engere, bisweilen weitere Gebiete überschwemmen.

Die eigentliche Grosswiese von Limingo (*Limingan isoniitty*), auf welche sich meine Untersuchungen beziehen, liegt (siehe die Karte)<sup>1</sup> zwischen der Bucht von Limingo im Westen und den niedrigen Anhöhen beim Dorfe Ängeslevänkylä in der Gemeinde Tyrnävä im Osten, hat also eine Länge von rund 15 Kilometer. Im Süden bildet der Fluss Ängeslevänjoki die Grenze, nach Norden erstreckt sich die Wiese etwa 8 km der Landstrasse und der Eisenbahn entlang bis in die Nähe des Kirchdorfes Kempele. Mehr östlich ist die Wiese viel schmaler und wird hier von in der Richtung NW—SE laufenden bewaldeten Sandrücken begrenzt. Auch südlich vom Ängeslevänjoki liegen weite Wiesengebiete, die aber von dieser Untersuchung nicht berührt wurden.

Der Mineralboden erhält sein Gepräge dadurch, dass er alten Meeresboden darstellt. Es handelt sich zum grossen Teil um sehr junge Schwemmbildungen, hauptsächlich Lehm, aber auch feinen Sand. Nur in der Mitte der Wiese tritt ein steifer, hochplastischer, wahrscheinlich glazialer Ton zu Tage oder man findet auch stellenweise leichter Litorinat von bröckeliger Struktur. In der Nähe des Ängeslevänjoki erhebt sich der Boden etwas gegen den Fluss hin und wird hier von deutlich geschichtetem, schwach humusgemischtem, sehr feinem Schwemmsand gebildet. Bei den Überschwemmungen lagert der Fluss hier immer neue Schichten ab. Weiter nach Norden, auf der Kempele-Seite, wird der Boden meist aus feinem Sand gebildet.<sup>2</sup>) Aus der Ebene, die also trotz ihrer scheinbaren Einförmigkeit aus sehr wechselnden Bodenarten aufgebaut ist, erheben sich hier und da dünenartige Rücken aus etwas gröberem Sand, die mit niedrigem Wald bewachsen sind. Ausserdem weist der Mineralboden häufig kleinere Unebenheiten, Hügel und Stränge auf, die durch frühere Einwirkung der Brandung, des Eises oder Windes entstanden sind (vergl. LEIVISKÄ).

Der Mineralboden liegt aber meist nicht bloss zu Tage, sondern wird von dickeren oder dünneren Torfschichten bedeckt. In der Nähe der Küste, auf

---

<sup>1</sup>) Die Karte fusst auf der vom Staatlichen Institut für Bodenforschung errichteten Bodenartskarte, die der Chef des Instituts Herr Professor Dr BENJ. FROSTERUS wohlwollend zur Verfügung gestellt hat. Dank des Entgegenkommens des Herrn Obergeringenieur G. M. v. ESSEN habe ich ausserdem die Nivellierungen des Landbauamtes benutzen können.

<sup>2</sup>) Das weisse Gebiet auf der Karte besteht aus ganz jungen Verlandungen, die nicht kartiert wurden.



ganz jungem Boden sowie dem Flusse entlang, sind diese natürlich sehr dünn bzw. fehlen ganz. Östlich von der Eisenbahn, in der Mitte der Wiese werden sie schon dicker, etwa 20—40 cm. Der Torf ist meist ziemlich gut vermoderter Seggentorf, bisweilen mit etwas Holzresten (*Salix*).

Die Wiesen gehören den Bauern, deren Gehöfte mehrere Kilometer weit entfernt in den Dörfern liegen. Nur einzelne kleine Neusiedlungen sind am Ufer des Ängeslevänjoki und in der Nähe der Sandrücken, besonders bei der Eisenbahnhaltestelle Tupos entstanden. Hier gibt es also ein wenig wirklich bebautes Land. Trotzdem kann man sagen, dass beinahe das ganze Wiesengebiet mehr oder weniger von der Kultur beeinflusst ist. In den niedrigen, westlichen Teilen besteht dieser Einfluss hauptsächlich in Mähung und Beweidung. Überall werden auch die Weidengebüsche bekämpft. Die etwas höheren Teile östlich von der Landstrasse sind drainiert worden, und zwar durch sieben grosse Gräben, von denen zwei in die nördlichen Teile der Bucht, fünf südlicher in die gemeinsame Mündung der drei Flüsse sich ergiessen. Grosse Wiesengebiete, besonders in der Mitte, östlich von der Landstrasse sind ausserdem durch kleinere Gräben in Feldern aufgeteilt worden. Häufig sind diese Felder auch in primitiver Art gepflügt, gewöhnlich aber angeblich nicht besäht und so der natürliche Graswuchs erneuert worden. Im Sommer 1926 waren nur vereinzelte Felder mit Hafer oder Timotheegrass besäht.

Ein grosser Teil des Gebietes ist noch so jung, dass weder die standörtlichen Verhältnisse noch die Vegetation Zeit gehabt haben, sich zu stabilisieren. Hier kommen oft ziemlich reine, kolonienartige Bestände, oft weit ausgedehnte und sehr wechselnde Mischgesellschaften verschiedener Wiesenpflanzen vor. Etwas höher, wo die Auslaugung des Bodens und die Torfbildung mehr vorgeschritten ist, bietet es keine Schwierigkeiten zwei Assoziationen im Sinne der neuesten Terminologie von DU RIETZ zu unterscheiden. Dies sind die *Carex-Agrostis*-Wiese und die *Deschampsia*-Wiese. Das Aufteilen dieser Assoziationen in Konsoziationen und Soziationen ist schwieriger. Man kann in der ersten die Konsoziationen *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiese und die *Carex aquatilis*-Wiese, beide mit wechselnder Bodenschicht ziemlich gut abgrenzen. In der *Deschampsia*-Wiese hebt sich die Soziation *Trollius*-reiche *Deschampsia caespitosa*-Wiese mit vielen Konstanten sowohl in der Feld- als Bodenschicht deutlich hervor. In der Vegetation sind noch die sehr wichtigen Assoziationen der *Salix-Betula*-Wiesengebüsche und die *Alnus-Betula*-Wiesenwälder zu erwähnen. Ausserhalb der ganzen Wiesenreihe stehen einige Moorgesellschaften und gewöhnlich arg verwüstete Birken- und Nadelwälder, die, der Heideserie angehörend, auf den Sandrücken auftreten.

## Übersicht der Vegetation.

Im centralen Gebiet E und wenig W von der Landstrasse trägt das ziemlich hohe, steile Flussufer, welches aus feinstem Schwemmsand und Lehm besteht, eine üppige Gebüschvegetation von *Alnus incana*, *Prunus padus*, *Salix phylicifolia* und *pentandra*<sup>1)</sup>, *Ribes rubrum* und *Rosa cinnamomea*. In der Feldschicht spielen hochwüchsige Kräuter: *Filipendula ulmaria*, *Cirsium heterophyllum*, *Valeriana officinalis*, *Hieracium umbellatum* eine grosse Rolle, ausserdem *Vicia cracca*, *Rubus arcticus*, *Ranunculus repens* und *Equisetum arvense*. *Deschampsia caespitosa* und *Typhoides arundinacea* sind die am meisten hervortretenden Gräser. Der vom Uferrande nach der Wiese zu langsam abfallende Schwemmboden mit nur dünner Mullschicht wird von *Trollius*-reichen *Deschampsia caespitosa*-Wiesen (Beispiele in der Tabelle IV N:o 1, 4, 7, 10, 34, 37 u. 40), westlich auch von gewöhnlichen krautreichen *Deschampsia*-Wiesen (Tabelle IV N:o 25 u. 93) bedeckt. Die Hauptvegetation auf der grossen torfbedeckten Lehm- oder Tonebene bilden aber mehr oder weniger krautreiche *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen (zahlreiche Beispiele in der Tabelle III sowie bei TERÄSVUORI 1926), die, je nach dem die eine oder andere der Hauptarten physiognomisch dominiert, in *Carex Goodenowii*- und *Agrostis canina*-Wiesen gesondert werden können. Jene sind unbedingt häufiger. Kleine, ziemlich reine Bestände von *Juncus filiformis* kommen hier und da vor und die feuchtesten Flecken werden von der *Carex aquatilis*-Wiese oder gemischte *Carex aquatilis*—*C. Goodenowii*-Wiesen (Tabelle VI N:o 90 u. III, 133 sowie bei TERÄSVUORI 1926) eingenommen. Eine hervorragende Rolle spielen weiter die Weidengebüsch, die grössere oder kleinere Gruppen bilden und hauptsächlich aus *Salix phylicifolia*, *nigricans*, *pentandra* und verschiedenen Hybriden bestehen. Auch *Betula pubescens* und selten *Prunus padus* findet man eingemischt. Weiter westlich führen die Gebüsch oft dichten, hochwüchsigen *Phragmites* (Tabelle V N:o 115, 139 u. 145).

Ausserdem Beispiele: Krautreiches *Salix*-Gebüsch. Gebüschschicht: *Salix nigricans* (2 m hoch) 5. Feldschicht: *Deschampsia caespitosa* 2, *Calamagrostis purpurea* 1, *Filipendula ulmaria* 3+, *Petasites frigidus* 3, *Comarum palustre* 2, *Trientalis europaea* 2, *Vicia cracca* 2, *Viola palustris* 2, *Ranunculus auricomus* 1, *Rumex acetosella* 1. Bodenschicht: 0.

Krautreiches *Salix*-Gebüsch. Gebüschschicht: *Salix phylicifolia* (1,8 m hoch) 4. Feldschicht: *Calamagrostis purpurea* 3+, *Deschampsia caespitosa* 3, *Agrostis capillaris* 1+, *Phragmites communis* 1+, *Poa palustris* 1, *Filipendula ulmaria* 4, *Rubus arcticus* 3+, *Vicia cracca* 3, *Angelica silvestris* 2, *Trientalis europaea* 2, *Galium palustre* 1, *Peucedanum palustre* 1. Bodenschicht: 0.

<sup>1)</sup> Wenigstens im Temmesjoki kommt hierzu noch *S. triandra* (LEIVISKÄ 1908).

Krautreiches *Betula-Salix*-Gebüsch. Gebüschschicht: *Betula pubescens* (bis 3 m hoch) 4, *Salix phylicifolia* 3, Feldschicht: *Agrostis capillaris* 3, *Calamagrostis purpurea* 1, *Deschampsia caespitosa* 1, *Cornus suecica* 4, *Rubus arcticus* 2, *Solidago virgaurea* 2, *Pyrola rotundifolia* 1+, *Trientalis europaea* 1+, *Viola palustris* 1, *Peucedanum palustre* 1. Bodenschicht: *Aulacomnium palustre* 2, *Hylocomium paretinum* 1+.

Wie schon gesagt, sind in den höheren Teilen der Wiese grosse Areale drainiert worden. Auf den Beeten bilden krautreiche *Deschampsia caespitosa*-Wiesen (Tabelle IV N:o 99, 102 u. 142) die Hauptvegetation. In den alten Gräben wurzeln dichte und umfangreiche Weidengebüsche, die oft nur einen schmalen Streifen in der Mitte des Beetes frei lassen. Weiter östlich und nördlich, wo der Sand dominiert, werden sowohl die *Deschampsia*-Wiesen als auch die einigermaßen natürlichen *Carex-Goodeenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen viel artenärmer. *Petasites frigidus* ist besonders in den östlichen Teilen eine Charakterpflanze. Als Gebüschbildner werden die Weiden mehr und mehr von *Betula* ersetzt.

W der Landstrasse ist das Gelände mehr kupiert. Hier verläuft in NW—SE der Sandrücken Vesikari mit Kullaanmäki und westlich von diesem ein zweiter Rücken Selkämatala in NE—SW. In der Ecke liegt der kleine, halb ausgetrocknete See Lintulampi. Die Bodenart ist hier sowie östlich am Rande des Vesikari häufig Sand, der von dünnem *Carex*- oder *Sphagnum*-Torf bedeckt wird. Hier treten auf nasseren Stellen grasreiche *Oxycoccus-Sphagnum*-Moore (N:o 160 u. 190, S. 48) auf. Auf trocknerem Boden findet man einen niedrigen Birkenwald mit *Calamagrostis purpurea* und *Cornus suecica* als dominierende Arten in der Feldschicht (Tabelle V, N:o 163). Auch mehr südlich in der Nähe der Eisenbahn treten auf einem hier befindlichen, flachen Rücken kleine *Alnus incana-Betula*-Bestände auf, zusammen mit Weiden-Birken-Gebüschen, die teils von einem dürrtigen (*Pyrola rotundifolia*, *Polytrichum*), teils von etwas üppigerem (*Filipendula ulmaria* u. andere Kräuter) Typus sind.

Beispiel: *Alnus*-Birkenwald. Baumschicht (etwa 4 m hoch): *Betula pubescens* 4, *Alnus incana* 3, *Populus tremula* 1. Gebüschschicht: *Juniperus communis* 2, *Betula pubescens* 1, *Salix caprea* 1, *Ribes rubrum* 1. Feldschicht: *Calamagrostis purpurea* 3+, *Deschampsia flexuosa* 2+, *Agrostis capillaris* 2, *Deschampsia caespitosa* 1, *Phragmites communis* 1, *Trientalis europaea* 4, *Cornus suecica* 2, *Pyrola rotundifolia* 1+, *Rubus arcticus* 1+, *Stellaria graminea* 1+, *Peucedanum palustre* 1, *Valeriana officinalis* 1. Bodenschicht: *Aulacomnium palustre* 2.

Ein grösserer Teil des Geländes W von der Eisenbahn gehört schon zur litoralen Zone, wird also wenigstens von extremen Hochwasserfluten betroffen. Weiter vom Meere entfernt begegnet man auf lehmiger, teilweise alaun-

haltigem Boden grosse offene *Carex Goodenowii*- oder gemischte *Carex Goodenowii* u. *aquaticilis*—*Agrostis canina*—*Eriophorum polystachium*-Wiesen (Tabelle III, N:o 166), auf feuchteren Stellen Wiesen von *Carex aquaticilis* (Tabelle VI, N:o 193), bisweilen mit *Equisetum limosum*, oder von *Carex kattegatensis* oder auf kleineren, stärker salzhaltigen Flecken beinahe reine *Eriophorum polystachium*- (Tabelle VI, N:o 196) oder *Calamagrostis neglecta*-Wiesen.

Beispiel: *Equisetum-Carex*-Wiese. Feldschicht: *Equisetum limosum* 4, *Carex aquaticilis* (kleinwüchsig) 4+, *Calamagrostis neglecta* 1+, *Epilobium palustre* 1. Bodenschicht: *Amblystegium exannulatum* 4.

Etwas niedriger ziehen sich hier und da lange, zusammenhängende, hochwüchsige *Phragmites*-Wiesen durch das Gelände.

Beispiel: *Phragmites*-Wiese. Oberste Feldschicht: *Phragmites communis* (1,7 m hoch) 5. Mittlere Feldschicht: *Carex aquaticilis* 4, *C. Goodenowii* 2. Bodenschicht: 0.

Einzelne kleine *Phragmites*-Bestände werden noch zwischen der Eisenbahn und der Landstrasse angetroffen. Östlicher ist *Phragmites* selten. Weiter nach SW folgt allmählich eine typisch saline, kolonienartige Vegetation von *Calamagrostis neglecta*- oder *Juncus Gerardi*-Wiesen, und westlicher in der Nähe von Selkämtälä begegnet man ausgedehnten Wiesen von *Carex kattegatensis*- (Tabelle VI, N:o 181) sowie *Calamagrostis neglecta*- (Tabelle VI, N:o 184), *Carex aquaticilis*- und *Eriophorum polystachium*-Wiesen.

Beispiele: *Juncus Gerardi*-Wiese. Feldschicht: *Juncus Gerardi* 5, *Agrostis stolonifera* 1+, *Calamagrostis neglecta* 1, *Festuca rubra* 1, *Potentilla anserina* 1. Bodenschicht: 0.

*Eriophorum*-Wiese. Feldschicht: *Eriophorum polystachium* 5, *Calamagrostis neglecta* 1. Bodenschicht: 0.

In den häufig vorkommenden grösstenteils entblössten Salzbodenflecken wurden *Juncus Gerardi* und *bufonius*, *Agrostis stolonifera*, *Puccinellia distans*, *Triglochin maritimum* und vor allem *Spergularia salina* verzeichnet.

N vom Vesikari, an der früheren Bucht von Kempele sind in der Nähe der Eisenbahn und noch westlicher ausserordentlich artenarme *Carex Goodenowii*-Wiesen verbreitet (Tabelle III, N:o 127). Wo der Boden stellenweise feuchter und reicher an Salz ist, entsteht eine Mosaik von *Carex Goodenowii*-, *Eriophorum polystachium*-, *Calamagrostis neglecta*- und gemischten *Carex aquaticilis*—*Calamagrostis neglecta*-Wiesen, sämtliche sehr artenarm, mit nur vereinzelt *Caltha palustris*, *Parnassia palustris* oder *Sagina nodosa*. Sie gehören schon der litoralen Zone an, obwohl sie mehrere km vom Meere entfernt sind. Auf

kleinen Hügeln oder Strängen kommen noch artenreiche *Carex Goodenowii* — *Agrostis canina*-Wiesen vor (Tabelle III, N:o 68), wogegen seichte, nasse Vertiefungen im Boden von einer hygrophilen Gras- und Krautvegetation eingenommen werden.

Beispiele: Krautreiche *Carex-Agrostis*-Wiese. Feldschicht: *Agrostis canina* 3+, *Carex Goodenowii* (meist steril) 3, *C. canescens* 2, *C. aquatilis* 1, *Calamagrostis neglecta* 2, *Equisetum limosum* 1+, *Menyanthes trifoliata* 3, *Epilobium palustre* 2+, *Comarum palustre* 2+, *Galium palustre* 1+, *Stellaria crassifolia* 1+, *St. palustris* 1, *Cardamine pratensis* 1, *Cicuta virosa* 1, *Naumburgia thyrsoflora* 1. Bodenschicht: 0.

*Carex aquatilis*-Wiese. Feldschicht: *Carex aquatilis* (hochwüchsig, fertil) 5, *Cicuta virosa* 1. Bodenschicht: 0.

Krautreiche *Carex aquatilis*-Wiesen. I. Feldschicht: *Carex aquatilis* 4+, *Calamagrostis purpurea* 1+, *Menyanthes trifoliata* 3, *Epilobium palustre* 2, *Caltha palustris* 1. Bodenschicht: 0.

II. Feldschicht: *Carex aquatilis* (meist steril) 4+, *Menyanthes trifoliata* 4+, *Equisetum limosum* 1. Bodenschicht: 0.

Krautwiese. Feldschicht: *Menyanthes trifoliata* 5, *Equisetum limosum* 2, *Cicuta virosa* 1, *Naumburgia thyrsoflora* 1. Bodenschicht: 0.

In der Nähe der Vesikari- und Selkämatala-Rücken ist der lehmige, mit einzelnen Steinen besähte Boden leicht kupiert und trägt eine unregelmässig variierende saline Vegetation. Hier wechseln trocknere, mit *Calamagrostis neglecta*, *Phragmites*, *Juncus Gerardi* bewachsene Partien (Tabelle VI, N:o 89) mit blossen Salzflecken oder grösseren oder kleineren Wasseransammlungen ab.

Beispiele: *Calamagrostis-Phragmites*-Wiese. Feldschicht: *Calamagrostis neglecta* 4, *Phragmites communis* 3. Bodenschicht: 0.

*Juncus-Phragmites*-Wiese. Feldschicht: *Juncus Gerardi* 4, *Phragmites communis* 3. Bodenschicht: 0.

In und um die Lachen, die ganz austrocknen können, wurden kolonienartige Vegetationen von *Scirpus uniglumis*, *Phragmites*, *Carex aquatilis*, *C. maritima*, *Calamagrostis neglecta* oder *Agrostis stolonifera* verzeichnet. Die flachen, feuchten Stränder der ehemaligen Bucht bei Kempele tragen weite, beinahe reine *Calamagrostis neglecta*-Wiesen (Tabelle VI N:o 82) oder solche mit eingemischtem *Eriophorum polystachium*. Dann folgen nasse, hochwüchsige *Carex kottgattensis*-Wiesen, hier und da mit eingesprengten *Phragmites*-Beständen sowie ausgedehnte, üppige, bisweilen *Eriophorum*- oder krautreiche *Carex aquatilis*-Wiesen (Tabelle VI, N:o 76), die einen grossen Teil der ehemaligen Bucht ausfüllen. Sie sind zum salinen Gürtel zu zählen und der Boden ist demnach oft vom Meereswasser bedeckt. Aus dieser Gegend, vielleicht etwas nördlicher, werden von LEIVISKÄ (1908) auch ausgedehnte *Carex norvegica*-Sümpfe erwähnt.

Beispiele: *Calamagrostis-Eriophorum*-Wiese. Feldschicht: *Calamagrostis neglecta* 3+, *Eriophorum polystachium* 3. Bodenschicht: 0.

*Carex kattegatensis*-Wiese. Feldschicht: *Carex kattegatensis* 4+, *C. aquatilis* 1+, *Calamagrostis neglecta* 1. Bodenschicht: 0.

Krautreiche *Carex aquatilis-Eriophorum*-Wiese. Feldschicht: *Carex aquatilis* 3+ (stellenweise 5), *Eriophorum polystachium* 4 (stellenweise 5), *Calamagrostis neglecta* 1+, *Comarum palustre* 3+, *Naumburgia thyrsiflora* 2+, *Galium palustre* 1, *Stellaria crassifolia* 1. Bodenschicht: 0.

Durch dieses nasse Gelände ziehen sich die Läufe der Bäche. Im tieferen, süßen Wasser gedeiht oft eine üppige und hochwüchsige Kraut- und Gras-Vegetation. So wurden auf einer kleinen Fläche folgende Arten verzeichnet: *Alisma plantago*, *Butomus umbellatus*, *Cicuta virosa*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Equisetum limosum*, *Carex kattegatensis* und *Phragmites communis*.

Der Strand westlich vom Selkämatala-Rücken ist ziemlich ausführlich von LEIVISKÄ (1908, S. 21 u. 22) beschrieben worden. Wie die flachen, schnell sich erhebenden Strandgebiete des Bottnischen Meerbusens überhaupt, wird er von einer sehr wechselnden und wenig stabilen Vegetation bekleidet, deren Unregelmässigkeiten noch durch unebene Bodenfläche und variierende Bodenarten vergrössert werden. Die gewöhnlichen Strandgürtel sind deshalb oft verwischt oder wenigstens nicht sehr deutlich. Einen guten Eindruck von der verwickelten, mosaikartigen Vegetation bekommt man durch die eingehenden Untersuchungen und Kartenskizzen LEIVISKÄS aus dieser Gegend. Hier sei nur als Komplettierung und Beispiel die Vegetation eines, die Strandlinie querenden Streifens beschrieben:

Die Bodenart ist ein sandiger, etwas Steine enthaltender Lehm, der schon als nass einen so festen Grund bietet, dass er mit Wagen befahren werden kann. Auf ihm haben stellenweise Wellen und Wind Meeressand in unregelmässigen Strängen angehäuft.

Aussen, beim gewöhnlichen Wasserstand vom Meereswasser bedeckt, hat man eine breite Zone mit submerser Bodenvegetation. *Scirpus parvulus* ist hier Charakterpflanze. In wechselnder Dichte kommen weiter vor: *Subularia aquatica*, *Ranunculus confervoides*, *Elatine hydropiper*, *Callitriche autumnalis*, in den oberen Teilen *Chara* und *Tolypella* spp. sowie ein steriles Moos, wahrscheinlich *Hypnum protensum* (det. H. LINDBERG). Dies ist der subsaline Gürtel des Litorals.<sup>1)</sup>

Mit scharfer Grenze folgt dann landeinwärts eine Zone, die ihr Gepräge von hochwüchsigem *Scirpus palustris*, höher *Sc. uniglumis* erhält. Eine deckende Bodenschicht bilden oft sterile *Amblystegia*, ausserdem können *Ranunculus confervoides*, *Hippuris vulgaris* und *Cicuta virosa* eingestreut vorkommen.

<sup>1)</sup> Über die Strandzonen siehe BRENNER (1916 u. 1921).

Hier und da sieht man auch Kolonien von *Scirpus Tabernaemontani*. Etwas höher kommen teils eingestreut, teils bestandesbildend noch hinzu: *Agrostis stolonifera*, *Triglochin maritimum* u. *palustre*, *Calamagrostis neglecta*, *Hippuris vulgaris* f. *litoralis*, *Plantago maritima* (vereinzelt), *Carex norvegica* (reichlich) und *C. maritima* (nach oben stark zunehmend). Ganz oben tritt auch *Juncus Gerardi* in der von *Scirpus palustris* und *uniglumis* beherrschten Zone auf. Diese entspricht wohl am ehesten dem salinen Gürtel anderer Ostseeufer.

Die folgende breite Zone wird, ausser durch das Fehlen von *Scirpus palustris* und *uniglumis*, lokal durch das Auftreten von *Juncus Gerardi*-reichen, dann *Carex*-reichen *Phragmites*-Wiesen markiert, in welchen *Carex norvegica*, *glareosa*, bisweilen auch *maritima* die Hauptrolle spielen. Auch *Festuca rubra* wurde hier zum ersten Mal verzeichnet.

Beispiel: *Juncus-Phragmites*-Wiese. Feldschicht: *Phragmites communis* 4, *Juncus Gerardi* 4, *Carex maritima* 2, *Agrostis stolonifera* 2, *Calamagrostis neglecta* 2, *Pedicularis palustris* 2+, *Galium palustre* 2, *Naumburgia thyrsiflora* 1+. Bodenschicht: 0.

In den mittleren und oberen Teilen der Zone war der Boden durch Sandanhäufungen uneben. Grosse Partien hatten hier eine ausgesprochen saline Vegetation, wo *Carex maritima* über die anderen (*Phragmites*, *Calamagrostis neglecta*, *Juncus Gerardi*, *Carex glareosa* und *norvegica*) dominierte. Auch blosse Salzflecken oder solche mit spärlicher *Spergula salina* waren zu finden. Auf weniger salzem Boden wurden, besonders etwas höher, Kräuter wie *Potentilla anserina*, *Leontodon autumnalis*, *Lathyrus palustris*, *Parnassia palustris* sowie *Carex Goodenowii* verzeichnet. Die ganze Zone mit ihrer unregelmässigen, mosaikartigen Vegetation gehört zum suprasalinen Gürtel. Sie wird nach oben durch die Hochwassergrenze mit Trift, hauptsächlich aus *Scirpus* und einer Vegetation mit u. a. *Valeriana officinalis*, *Ranunculus acris*, *Rubus arcticus* und kleinen *Salix phylicifolia*-Individuen begrenzt.

Oberhalb dieser litoralen Zone folgte im Supralitoral eine krautreiche *Agrostis*-Wiese.

Beispiel: Krautreiche *Agrostis capillaris*-Wiese. Feldschicht: *Agrostis capillaris* 3, *Poa pratensis* 2, *Deschampsia caespitosa* 2, *Carex Goodenowii* 1+, *C. canescens* 1, *Nardus stricta* 1, *Phragmites communis* 1, *Polygonum viviparum* 4, *Trifolium repens* 3+, *Rubus arcticus* 3, *Rhinanthus minor* 2+, *Ranunculus acris* 2, *Vicia cracca* 2, *Cornus suecica* 2, *Trientalis europaea* 1+, *Trifolium pratense* 1, *Lathyrus palustris* 1, *Valeriana officinalis* 1, *Angelica silvestris* 1, *Hieracium umbellatum* 1, *Pyrola rotundifolia* 1, *Betula pubescens* 1. Bodenschicht: 0.

Höher folgt der Birkenwald des Selkämatala-Rückens.



### Die Bodenreaktion und die Vegetation.

Wie die scheinbar so einförmige Ebene von Limingo aus sehr variierenden Bodenarten aufgebaut ist, so wechselt auch die Bodenreaktion innerhalb weiter Grenzen. Man hat also reichlich Gelegenheit die Abhängigkeit der Vegetationstypen und der einzelnen Arten von der Reaktion zu studieren. Die Ergebnisse sind in der Tabelle II zusammengestellt.

Aus dem Untergrund sind nur hier und da Stichproben genommen worden. In der Mitte der Wiese findet man innerhalb des Tongebietes einen steifen, wahrscheinlich glacialen Ton mit beinahe neutraler Reaktion,  $p^H$  6,7.<sup>1)</sup> In dem umgebenden Lehm oder lehmigen Ton, der bisweilen deutliche Bänder aufweist begegnet man Reaktionszahlen 6,1—6,2. Es sind also Zahlen die überall im Lande für ähnliche Böden charakteristisch sind. In den verbreiteten, jüngeren Schwemmböden aus Lehm oder feinem Sand bekommt man gewöhnlich etwas saurere Reaktion 5,2—5,6. Aber auch viel saurere Mineralböden sind häufig. Diese kommen dadurch zustande, dass das salzige Meeresswasser sich mit dem Mineralboden umsetzt, es findet ein Ionenaustausch statt, der im Auftreten von Ca- und Al-Salzen, hauptsächlich Sulfaten mit saurer Reaktion resultiert.<sup>2)</sup> Auf diese Weise können Sand-, Lehm- und Tonböden stark sauer werden. Im Sande habe ich  $p^H$  4,3—4,5 gefunden, im Lehm bis 3,8 und im Tone, der hier, wie der Litorina-Ton an den übrigen Küsten Finnlands beim Trocken oft eine bröcklige Struktur annimmt, habe ich 4,0, einmal sogar eine so extrem saure Reaktion wie 2,2, gefunden. Diese Alaunböden, die in der Nähe der Küste sehr häufig sind, werden durch Auslaugung landeinwärts wenigstens an der Oberfläche immer seltener und treten hier hauptsächlich etwas tiefer im Bodenprofil auf.

<sup>1)</sup> Analysen der in 4 proz. HCl löslichen Bestandteile ergaben: CaO 0,296 und MgO 0,188 Proz. (Analysator A. ZILLIACUS), Zahlen, die gewöhnlich im glacialen Tone gefunden werden.

<sup>2)</sup> Wenn LEIVISKÄ (1905, S. 182) behauptet, die an Polygonböden erinnernden Salzflecken am Strande der Wiese von Limingo seien nicht durch Alaun sondern von Meersalz hervorgerufen, so kann dies vielleicht für den oft vom Meeresswasser bedeckten salinen Gürtel stichhaltig sein. Höher oben sind sie, wie gewöhnlich in der Nähe der Küsten Finnlands sicher alaunhaltig, was schon der Geschmack und die ausgesprochen saure Reaktion beweisen. FROSTERUS (1914) und AARNIO (1922) publizieren Analysen der wasserlöslichen Salze solcher Sulfatböden u. a. aus Storkyro (Isokyrö) und Ylistaro etwa 100 km südlicher, nach welchen es hauptsächlich Al- und Ca- oder Mg-Sulfate sind, die beim Trocknen ausfallen. Dass auch im Wiesengebiet von Limingo der Boden reich an wasserlöslichen Sulfaten sein kann, zeigen die Analysen AARNIOS von Wurzelkonkretionen aus Kempele und ein paar von meinen eigenen Bestimmungen, wo das gewöhnliche HCl-Extrakt im Oberflächentorfe 0,27, im unterliegenden Lehm 0,45 Proz.  $SO_3$  ergab.



Währenddem die Bodenreaktion an der Strandlinie beinahe neutral,  $p^H$  6,6, ist, tritt mit zunehmendem Abstand vom Meere eine Ansäuerung der oberflächlichen Bodenschichten ein. Sie kann auf der Anhäufung von Pflanzenabfall, Torfbildung u. s. w. beruhen. Diese sind aber innerhalb der litoralen Zone noch gering, weshalb die häufig saure Reaktion der Oberfläche hier meist durch die eben erwähnten Alaunsalze zustande kommt. Auf etwas höher gelegenen Stellen ist die Reaktion noch nur schwach sauer, aber in den weiten Sumpfwiesen bekommt man  $p^H$  4,0—4,4 und in etwas trockeneren Gebieten, wo Salzausblühungen in der Trockenzeit mehr oder weniger reichlich an der Oberfläche auftreten, findet man  $p^H$  3,5—4,7, die sauerste Reaktion in den blossen, vielleicht nur von *Spergularia salina*-Kolonien bewachsenen Salzflecken. Aber noch weiter landeinwärts, wo Überschwemmungen vom Meereswasser nicht mehr vorkommen und wo eine deutliche Torfschicht sich ausgebildet hat, macht sich die ansäuernde Wirkung der Alaunsalze geltend. Hauptsächlich in kleineren Erniederungen auf Sand oder Bröckelton kann noch weit östlich stark saurer Torf gefunden werden ( $p^H$  3,8—4,6), der durch Salzausblühungen an der Oberfläche seinen Alaungehalt verrät.

Im allgemeinen sind aber die Torfschichten, die in einer Mächtigkeit von durchschnittlich 20—35 cm die weiten Ebenen des eigentlichen, vom Meereswasser unbeeinflussten Wiesengebietes bedecken, weniger sauer. Die Reaktion des Torfes wechselt zwar zwischen 3,8 und 6,2, hat aber am gewöhnlichsten  $p^H$  5,0—5,6. Auf Sand ist er durchschnittlich vielleicht etwas saurer, wenn auch Reaktionen bis 5,9 gelegentlich beobachtet worden sind. Auf steifem, neutralem Ton ist die Torfschicht am wenigsten sauer (gewöhnlich  $p^H$  5,6—6,2). Auf trockneren, sich etwas über die Wiesenfläche erhebenden Stellen mit gras- und krautreicher Vegetation werden die obersten Schichten mehr mullartig und auch weniger sauer. In solchem Mull ist einmal sogar  $p^H$  6,5 gefunden worden. Eine Art von humushaltigen Böden entsteht auch den Flüssen entlang, dadurch dass ihr mitgebrachter Schlamm sich mit organischen Bestandteilen mischt. In solchem Schwemmboden wurde längs des Flusses Ängeslevänjoki übereinstimmend in mehreren Proben  $p^H$  4,8—5,1 gefunden.

Im ganzen wechselt also auf den Wiesen von Limingo die Reaktion der obersten Bodenschichten innerhalb der Grenzen  $p^H$  3,5—6,5.

Weil in der Regel bei diesen Wiesenuntersuchungen die Bodenproben drei und drei innerhalb derselben 4 m<sup>2</sup> grossen Probefläche genommen wurden, kann man mit Hilfe dieses Materials die Variationen des  $p^H$  im kleinsten Raum studieren. Es zeigt sich bei einer Zusammenstellung der in der Tabelle II mitgeteilten Ergebnisse, dass die Reaktionszahlen der drei Parallelproben im allgemeinen und im Gegensatz zu dem, was andere Forscher z. B. RAUNKIAER gefunden haben, nur wenig von einander abweichen. Die ge-

N:o	Datum	B o d e n p r o f i l	
		Obere Schicht	Untere Schicht
		<i>Carex Goodenowii</i> -Wiesen.	
64	23. 7. 26	0—15 cm Cyperacé-Torf, H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> <sup>1)</sup> .....	15— cm Sand
127	26. 7. 26	0—15 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	» feiner Sand
		Krautreiche <i>Carex Goodenowii</i> -Wiesen.	
I	31. 7. 21	0—15 cm Cyperacé- Torf.....	15— cm feiner Sand
43	22. 7. 26	0—5 » Mull, 5—25 cm brauner Feinsand	25— » » »
		<i>Carex canescens</i> — <i>C. Goodenowii</i> -Wiese.	
55	22. 7. 26	0—20 cm Cyperacé-Torf, H <sub>6</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	20— cm Sand
		Krautr. <i>C. canescens</i> — <i>C. Goodenowii</i> -Wiese.	
96	24. 7. 26	0—30 cm Cyperacé-Torf, H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	30— cm Lehm
		<i>Carex Goodenowii</i> — <i>Agrostis canina</i> -Wiesen.	
49	22. 7. 26	0—20 cm Cyperacé-Torf, H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>1</sub> .....	20—cm feiner Sand
68	23. 7. 26	0—8 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	8— » Lehm
111	24. 7. 26	0—40 » » H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	40— » feiner Sand
122	26. 7. 26	0—10 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	10— » Sand
130	27. 7. 26	0—25 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	25— » »
148	27. 7. 26	0—30 » » H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	30— » Ton
172	29. 7. 26	0—10 » » H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	10— » Sand
202	30. 7. 26	0—25 » » H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	25— » Lehm
		<i>C. Goodenowii</i> — <i>Agrostis canina</i> -Moorwiese.	
105	24. 7. 26	0—25 cm Cyperacé-Torf, H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	25— cm feiner Sand
		Krautreiche <i>Carex Goodenowii</i> — <i>Agrostis canina</i> -Wiesen.	
16	21. 7. 26	0—20 cm Cyperacé-Torf, H <sub>7</sub> R <sub>1</sub> V <sub>1</sub> .....	20— cm Sand
31	21. 7. 26	0—35 » » H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	35— » Lehm
61	23. 7. 26	0—20 » » H <sub>4</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	20— » Sand
119	26. 7. 26	0—10 » Mull .....	10— » »
151	28. 7. 26	0—30 » Cyperacé- <i>Phragmites</i> -Torf, H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub>	30— » Ton
154	28. 7. 26	0—30 » Cyperacé-Torf, H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	30— » »
169	28. 7. 26	0—12 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>1</sub> .....	12— » Sand
178	29. 7. 26	0—5 » Mull .....	5— » feiner Sand
206	30. 7. 26	0—8 » » .....	8— » Lehm
II	31. 7. 21	0—20 » Cyperacé-Torf .....	20— » »

<sup>1)</sup> In den Torfformeln nach VON POST bedeutet H den Huminitäts-Grad und V Holzreste (3-gradige Skala).

II

Feuch- tigkeit	Tiefe der oberen Proben	p <sup>H</sup> der oberen Proben			Tiefe der unteren Probe	p <sup>H</sup> der unteren Probe	A n m e r k u n g e n
6—7 7	5—10 cm »	5,2 5,0	5,2 5,0	5,2 5,2	— —	— —	
6—7 7	5—10 cm »	5,6 5,7	— 6,0	— 6,1	— —	— —	
7	5—10 cm	5,5	5,6	5,7	—	—	
7—8	5—10 cm	5,3	5,4	5,5	40 cm	6,2	
6	5—10 cm	4,3	4,4	4,6	—	—	
6—7	5 »	4,8	5,0	5,0	10—13 cm	6,1	
6—7	5—10 »	5,6	5,6	5,7	—	—	
6	»	4,7	4,7	5,0	30 cm	5,3	Vor längerer Zeit gepflügt. Strandwiese.
6—7	»	5,4	5,4	5,7	—	—	
7	»	6,0	6,2	6,2	—	—	
7	»	4,7	4,8	4,8	—	—	
6—7	»	5,0	5,2	5,3	—	—	
7	5—10 cm	3,8	4,1	4,2	—	—	Sulfatausblühung an der Oberfläche.
6—7	5—10 cm	4,9	4,9	5,1	—	—	
6—7	»	5,6	6,1	6,1	—	—	
6—7	»	5,7	5,8	5,9	—	—	
6	»	5,0	5,1	5,3	—	—	
7—8	»	6,1	6,1	6,1	—	—	
6—7	»	5,3	5,3	5,4	—	—	
6	»	5,7	5,8	5,8	—	—	
6	5 cm	4,7	4,8	5,0	—	—	
6—7	5— 8 cm	5,1	5,1	5,2	—	—	
6—7	5—10 »	5,6	—	—	50—60 cm	5,9	Anal., mikrobiol. Proben.

nach einer 10-gradiger Skala geschätzt, R bedeutet Rhizome (3-gradige Skala)

N:o	Datum	B o d e n p r o f i l	
		Obere Schicht	Untere Schicht
108	24. 7. 26	Krautreiche <i>Agrostis canina</i> -Wiese. 0—50 cm Cyperacé-Torf, H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	50— cm Lehm
19	21. 7. 26	<i>Carex aquatilis</i> — <i>Agrostis canina</i> -Wiesen. 0—30 cm Cyperacé-Torf, H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub> .....	30— cm Sand
22	21. 7. 26	0—30 » » H <sub>4</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	» »
13	21. 7. 26	<i>Erioph. polystach.</i> — <i>Agrostis canina</i> -Wiesen. 0—20 cm Cyperacé-Torf, H <sub>6</sub> R <sub>1</sub> V <sub>1</sub> .....	20— cm Sand
52	22. 7. 26	0—25 » » H <sub>6</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub> .....	25— » Lehm
157	28. 7. 26	0—25 » » H <sub>4</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	25— » »
46	22. 7. 26	Gemischte <i>Carex</i> — <i>Agrostis canina</i> -Wiesen. 0—35 cm Cyperacé-Torf, H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	35— cm feiner Sand
58	22. 7. 26	0—20 » » H <sub>5</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	20— » Sand
133	27. 7. 26	0—30 » » H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	30— » feiner Sand
166	28. 7. 26	0—25 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	25— » » »
25	21. 7. 26	<i>Deschampsia caespitosa</i> -Wiesen. 0—30 cm Cyperacé-Torf, H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	30— cm Sand
28	21. 7. 26	0—37 » » H <sub>4</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	37— » »
136	27. 7. 26	0—30 » » H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	30— » »
93	24. 7. 26	Krautreiche <i>Deschampsia caespitosa</i> -Wiesen. 0—10 cm Mull, 10—13 cm Torf .....	13— cm feiner Schwemmsand
99	24. 7. 26	0—20 » Cyperacé-Torf, H <sub>7</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub> .....	20— cm Ton
102	24. 7. 26	0—20 » » H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	20— » Lehm
142	27. 7. 26	0—30 » » H <sub>5</sub> R <sub>2</sub> V <sub>2</sub> .....	30— » leichter Ton
175	29. 7. 26	0—5 » Mull .....	5— » feiner Schwemmsand
1	20. 7. 26	<i>Trollius</i> -Wiesen. 0—33 cm humushalt., geschicht. Feinsand	33— cm feiner Sand
4	21. 7. 26	0—20 » » » »	20— » » »
7	21. 7. 26	0—40 » » » »	40— » » »
10	21. 7. 26	0—40 » » » »	40— » » »
34	22. 7. 26	0—40 » » » »	40— » » »
37	22. 7. 26	0—40 » » » »	40— » » »
40	22. 7. 26	0—40 » » » »	40— » » »
115	26. 7. 26	Krautreiche <i>Salix-Betula</i> -Gebüsch. 0—10 cm Mull .....	10— cm Sand
139	27. 7. 26	0—25 » Cyperacé-Torf, H <sub>7</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub> .....	25— » feiner Sand
145	27. 7. 26	0—35 » » H <sub>7</sub> R <sub>2</sub> V <sub>2</sub> .....	35— » leichter Ton

Feuch- tigkeit	Tiefe der oberen Proben	p <sup>H</sup> der oberen Proben			Tiefe der unteren Probe	p <sup>H</sup> der unteren Probe	A n m e r k u n g e n
7	5-10 cm	5,6	5,7	5,7	—	—	
—	5-10 cm	4,7	4,8	4,9	—	—	
—	»	5,0	5,1	5,2	—	—	
7-8	5-10 cm	4,6	4,7	5,0	—	—	
8	»	5,1	5,3	5,3	—	—	
7-8	»	4,3	4,5	4,5	—	—	
7-8	5-10 cm	4,6	4,8	4,9	—	—	
8-9	»	5,1	5,1	5,2	—	—	
7-8	»	5,1	5,1	5,3	—	—	
7	»	5,0	5,1	5,1	—	—	
6	5-10 cm	4,8	4,9	5,0	—	—	Jungfräulicher Boden.
6	»	5,3	5,3	5,6	—	—	Früher gepflügter Boden.
5-6	»	5,6	5,8	6,0	—	—	Wahrscheinlich früher gepflügter Boden.
5	5-10 cm	6,4	6,5	6,5	—	—	Jungfräulicher Boden.
5-6	»	5,6	5,6	5,7	40 cm	6,7	Früher gepflügter Boden.
6	»	5,0	5,3	5,3	—	—	» » »
5-6	»	5,0	5,1	5,5	35 cm	4,0	» » »
5	»	4,7	4,9	5,0	—	—	Jungfräulicher Boden.
5	5-10 cm	4,8	4,8	5,0	40 cm	5,2	
5	»	4,8	4,8	5,0	»	5,6	
5	»	4,9	5,0	5,0	—	—	
4-5	»	5,0	5,1	5,1	—	—	
4-5	»	4,9	5,0	5,1	—	—	
5	»	5,0	5,0	5,1	—	—	
5	»	4,9	5,1	5,0	—	—	
6	5-10 cm	4,3	4,5	4,6	25 cm	4,5	
6	»	5,6	5,6	5,7	—	—	
6	»	4,7	4,8	4,9	40 cm	2,2	

N:o	Datum	B o d e n p r o f i l	
		Obere Schicht	Untere Schicht
163	28. 7. 26	<i>Alnus-Betula</i> -Wiesenwald. 0—15 cm Torf, H <sub>4</sub> R <sub>2</sub> V <sub>2</sub> .....	15— cm Lehm
160	28. 7. 26	<i>Oxycoccus</i> -reiche <i>Sphagnum</i> -Seggenmoore. 0—20 cm <i>Sphagnum</i> -Cyperacé-Torf, H <sub>2</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub>	20— cm feiner Sand
190	29. 7. 26	0—30 » » » » H <sub>2</sub> R <sub>2</sub> V <sub>1</sub>	30— » Sand
82	23. 7. 26	<i>Calamagrostis neglecta</i> -Wiese. 0—7 cm Gytija.....	7— cm Lehm
184	29. 7. 26	<i>Eriophorum polystachium</i> — <i>Calamagrostis neglecta</i> -Wiese. 0—3 cm Torf .....	3— cm feiner Sand
196	29. 7. 26	<i>Eriophorum polystachium</i> -Wiese. 0—20 cm Torf .....	20— cm Sand
181	29. 7. 26	<i>Calamagrostis neglecta</i> -reiche <i>Carex kalteggatensis</i> -Wiese. 0—3 cm Torf .....	3— cm feiner Sand
76	23. 7. 26	<i>Carex aquatilis</i> -Wiesen. 0—10 cm Gytija .....	10— cm Lehm
90	24. 7. 26	0—10 » Cyperacé-Torf, H <sub>3</sub> R <sub>3</sub> V <sub>0</sub> .....	10— » »
193	29. 7. 26	0—10 » » H <sub>3</sub> R <sub>2</sub> V <sub>0</sub> .....	10— » Sand
89	23. 7. 26	<i>Phragmites communis</i> -Wiesen. 0—5 cm Torf .....	5— cm feiner Sand
187	29. 7. 26	0—2 » » .....	2— » Sand

fundenen p<sup>H</sup>-Differenzen verteilen sich auf die Probeflächen wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

Differenz	Probeflächen	
	Anzahl	Proz.
0	3	4,8
0,1	17	27,0
0,2	22	34,9
0,3	13	20,6
0,4	5	7,9
0,5	2	3,2
0,6	1	1,6
	<hr/> 63	<hr/> 100,0

Feuch- tigkeit	Tiefe der oberen Proben	p <sup>H</sup> der oberen Proben			Tiefe der unteren Probe	p <sup>H</sup> der unteren Probe	A n m e r k u n g e n
6	5-10 cm	3,8	3,9	4,1	—	—	
7	5-10 cm	4,5	4,6	4,9	—	—	
7-8	»	4,3	4,5	4,6	—	—	
9-10	5 cm	4,0	4,2	4,2	10 cm	3,8	
7-8	2-5 cm	4,2	4,3	4,3	—	—	
8	5-10 cm	4,1	4,2	4,3	—	—	
7-8	2-5 cm	3,8	4,4	4,4	5-10 cm	4,3	Sulfatausblühung an der Oberfläche.
9	5-10 cm	4,2	4,4	4,4	—	—	
8	»	4,8	4,8	4,9	—	—	
8	»	4,6	4,7	4,8	—	—	
6	2-5 cm	4,7	4,7	4,7	15 cm	5,2	
8	5-10 cm	5,4	5,4	5,5	—	—	

Wie man sieht, war in etwa 87 Proz. der Fälle der grösste Unterschied zwischen den Parallelproben 0,3 p<sup>H</sup> oder kleiner. Eine Relation zwischen der Grösse der Differenzen und den Aziditätsgrad kann nicht beobachtet werden, ebenso wenig hat in diesem Falle die Bodenart (Torf, Sand, Lehm u. s. w.) einen Einfluss gehabt.

Bei einer Untersuchung über die Verteilung der Vegetation auf Böden dieser verschiedenen Reaktionen stösst man, wie schon gessagt, auf grosse Schwierigkeiten. Sie bestehen hauptsächlich in der Unterscheidung von natür-

lichen Pflanzengesellschaften. Ausserdem ist der Standort mit der Landhebung einer allmählichen Entwicklung unterworfen. Auch der Mensch hat hauptsächlich durch Rodungs- und Drainierungsarbeiten zur Veränderlichkeit der Vegetation kräftig beigetragen.

Im folgenden werden zwei grosse Wiesen-Vegetationstypen unterschieden und das Material dementsprechend in zwei Hauptgruppen aufgeteilt. Es sind dies die schon früher erwähnten Assoziationen: die *Carex-Agrostis*-Wiese und die *Deschampsia*-Wiese. Im Zusammenhang mit jenen werden ein paar Beispiele der häufigen Weidengebüsche erwähnt. Im Gegensatz zu diesen Assoziationen, die, weil sie etwas höher über dem Meere vorkommen, einigermaßen stabilisiert sind, wird die Vegetation der niederen, suprasalinen und salinen Gürtel, die ja weite Wiesengebiete umfassen können, von wenig stabilen, oft nicht geschlossenen Beständen gebildet. Die wenigen Aufzeichnungen, die ich von solchen besitze, werden zum Schluss gesondert kurz behandelt werden.

### ***Carex-Agrostis*-Wiesen.**

Man kann ruhig behaupten, dass diese die wichtigsten einigermaßen stabilen Pflanzengesellschaften der Wiesen von Limingo ausmachen. In ihrer möglichst natürlichen Ausbildung kommen sie abwechselnd mit *Salix*-Gebüschen vor, einen weit verbreiteten Gebüsch-Wiesen-Komplex bildend. Durch das Roden haben sie viel Areal gewonnen und das Mähen hilft ihnen, ihren Platz gegen die Weiden zu behaupten. Wie LEIVISKÄ hervorhebt, würden sie, sich selbst überlassen, in ein weites Gebüsch übergehen, sind also eigentlich als Halbkulturwiesen zu betrachten. Nur innerhalb der litoralen Zone können sie beständig sein. Andererseits verlieren sie auch Areal an die *Deschampsia*-Wiesen, was hauptsächlich eine Folge der Drainierung ist. Die Hauptmasse dieser Wiesen wird von der *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiese gebildet, die wohl den Rang einer Konsoziation beanspruchen kann. Ausser den Hauptarten hat noch *Festuca rubra*, wenn auch physiognomisch weniger hervortretend, den Charakter einer Konstante.<sup>1)</sup> Als eine besondere Variante kann die ausserordentlich verbreitete krautreiche *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiese betrachtet werden. Häufig und in grösserer Menge treten hier verschiedene Kräuter auf wie: *Caltha palustris*, *Comarum palustre* (sehr häufig), *Galium uliginosum*, *Lathyrus palustris* (hier und da reichlich), *Polygonum viviparum* (oft sehr reichlich), *Ranunculus acris* und *Viola palustris*. Nach der physiognomisch dominierenden Hauptart sind die meisten Wiesen *Carex Goodenowii*-

<sup>1)</sup> Diese drei Arten sind auch nach den entsprechenden Aufzeichnungen von TERÄSVUORI (1926) aus derselben Gegend konstant.



Wiesen, einige *Agrostis canina*-Wiesen. In anderen können z. B. *Carex aquatilis* oder *Eriophorum polystachium* zur Dominanz gelangen.

In der Tabelle III sind die *Carex-Agrostis*-Wiesen nicht nach der floristischen Zusammensetzung der einzelnen Vegetationsflächen geordnet, sondern nach der Reaktion ihrer edaphischen Standorte, deren Bedeutung ja in erster Linie zu untersuchen ist. Am Anfang der Tabelle werden also ausser der Tagebuchnummern auch die Reaktionszahlen wiedergegeben, die in drei Proben, meist aus 5—10 cm Tiefe, innerhalb des 4 m<sup>2</sup> grossen Quadraten erhalten wurden. Weitere Auskünfte über die Standorte sind der Tabelle II S. 30 u. folg. zu entnehmen.

Ein Blick auf die Tabelle III zeigt, dass die *Carex-Agrostis*-Wiesen zwischen p<sup>H</sup> etwa 4,0 und 6,2 vorkommen. Innerhalb dieses Bereiches zeigen weder die dominierenden Hauptarten *Carex Goodenowii* und *Agrostis canina*, noch *Festuca rubra* irgend einen Einfluss von der Reaktion, der sich in verschiedener Abundanz oder im Gedeihen äussern würde. Dass Gräser, wie *Carex aquatilis* und *Eriophorum polystachium*, häufiger auf den saureren Böden wachsen, hängt damit zusammen, dass sie ihre Hauptverbreitung auf etwas niedrigeren, feuchteren und deshalb öfter von den sauren Alaunsalzen beeinflussten Stellen haben. Als Regel gilt, dass die krautreichen Varianten auf weniger sauren (etwa bis p<sup>H</sup> 5,1) Böden vorkommen, jedoch können Kräuter wie *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Lathyrus palustris* und *Viola palustris* noch bei etwas saurerer Reaktion (bis p<sup>H</sup> 4,5) krautreiche Gesellschaften bilden. Interessant ist, wie die am häufigsten auftretenden Moose auch von der Reaktion unbeeinflusst bleiben. *Amblystegium exannulatum* wächst mit grosser Abundanz zwischen p<sup>H</sup> 4,5—6,2, *Aulacomnium palustre* zwischen etwa 4,0—6,2.

Betrachtet man die Artenzahl der Gefässpflanzen innerhalb der Probequadrate so ist es schwer, irgendwelche Relationen zwischen der Reaktion und der Artenzahl aufzudecken. Eine Berechnung der Mittelwerte ergibt für die p<sup>H</sup>-Klasse 5,5—6,2 14 Arten (12 Aufzeichnungen, Maximum 21, Minimum 7), für die p<sup>H</sup>-Klasse 5,0—5,4 12 Arten (14 Aufz., Max. 20, Min. 5), p<sup>H</sup>-Klasse 4,0—4,9 10 Arten (9 Aufz., Max. 16, Min. 7). Die Unterschiede sind klein und die Artenzahlen greifen stark in einander über. Eine gewisse Tendenz in der Richtung, dass steigende Ansäuerung eine relative Artenarmut mit sich bringt, ist jedoch zu spüren.

Nur zwei Bodenproben, die sich auf eine krautreiche *Carex-Agrostis*-Wiese beziehen, wurden einer vielseitigeren Untersuchung unterworfen.

KRAUTREICHE CAREX GOODENOWII-AGROSTIS CANINA-WIESE; Limingo,

Table

Tagebuchsnummer	105	157	49	46	172	13	19	122	178	68	16	127	166
$p^H$ { a-Probe	3,8	4,3	4,3	4,6	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0
	4,1	4,5	4,4	4,8	4,8	4,7	4,8	4,7	4,8	5,0	4,9	5,0	5,1
	4,2	4,5	4,6	4,9	4,8	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,1
Feldschicht.													
Holzgewächse:													
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Salix nigricans</i> .....	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1
» <i>phylicifolia</i> .....	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>repens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2+	—	—	—	—	—
Gräser:													
<i>Agrostis canina</i> .....	3	3	3	4	3	4	3+	4	4	3	3	1	3+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Calamagrostis neglecta</i> .....	—	—	—	1+	—	—	1	—	1	1+	1	1+	1+
<i>Carex aquatilis</i> .....	—	1	—	—	1	—	3+	—	—	—	1	—	3+
» <i>canescens</i> .....	1	1+	2	3	—	2+	1+	—	1	—	1+	—	—
» <i>Goodenowii</i> .....	3+	2	4	2	5	—	—	4	4	4+	4	5	3+
» <i>limosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—
<i>Eriophorum polystachium</i> .....	1+	4+	—	2	1+	3	1	1+	2	1	—	—	3
<i>Festuca ovina</i> .....	3	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
» <i>rubra</i> .....	2	—	1	—	1	1	1	1	2	2	1	2+	—
<i>Luzula multiflora</i> .....	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Poa palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sp. (steril)</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Kräuter:													
<i>Achillea millefolium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Angelica silvestris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Caltha palustris</i> .....	—	—	—	1	—	—	2	—	2	1	2	—	—
<i>Cardamine pratensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Cerastium caespitosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cirsium heterophyllum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Comarum palustre</i> .....	1	1	1	1+	—	1	2+	—	—	1	1+	—	2
<i>Epilobium palustre</i> .....	—	—	—	1	1	1	—	—	1	1+	—	—	1
<i>Equisetum limosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	1	—	—
<i>Galium palustre</i> .....	—	—	—	1+	—	—	1	—	1	1	—	—	—
» <i>uliginosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lathyrus palustris</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	3+	—	2+	—	—
<i>Lychnis flos cuculi</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1



	105	157	49	46	172	13	19	122	178	68	16	127	166
<i>Montia lamprosperma</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> .....	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Pedicularis palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Petasites frigidus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Peucedanum palustre</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Polygonum viviparum</i> .....	1	—	1	—	—	—	—	1+	1	—	1	—	—
<i>Pyrola rotundifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus acris</i> .....	1	—	—	—	—	—	1+	—	1	—	1+	—	—
<i>Rhinanthus minor</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus arcticus</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Rumex acetosa</i> .....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—
<i>Sagina nodosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stellaria crassifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	1	—	—
<i>Trientalis europaea</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Triglochin maritimum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Valeriana officinalis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Vicia cracca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Viola palustris</i> .....	1	—	3+	—	—	1	—	—	—	—	1+	—	—
Bodenschicht.													
Moose:													
<i>Acrocladium cuspidatum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amblystegium exannulatum</i> ....	—	4	—	—	2	4	—	2+	—	—	—	—	4
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	5	—	1	—	—	—	—	1+	—	—	1+	—	—
<i>Brya</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Climacium dendroides</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypnum arcuatum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>cordifolium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>protensum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>stellatum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypna</i> .....	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Polytrichum gracile</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sphagnum apiculatum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>squarrosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Flechten:													
<i>Peltidea aphtosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Peltigera canina</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

nördlich von Tupos. Vegetationsaufnahme (31/VII 1921) Tabelle III, N:o II.

Die Lage der Probestfläche war offen und plan. Die Wiese ist für die Gegend sehr typisch, mit lichten Weidenbüschen bewachsen und annähernd natür-

22	119	206	58	133	202	52	64	154	96	130	55	I	II	111	108	169	61	31	43	148	151
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	1	—	—	1
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	2	—	—	—
—	—	2	—	—	1+	—	—	3+	2	—	—	2+	2+	—	—	3+	2	4	3+	—	3+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—
—	1	2	—	—	—	—	1	1	1	—	1+	3	3	—	—	—	3+	3	1+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	1+	1	—	—	1	1	1	—	—	1	2	—	—	2+	—	2	—	1	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1+
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2+	—	—	—	—	3	1+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	1+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
—	—	—	—	—	2	—	2+	—	—	—	—	2	1	3	—	—	—	—	—	2	—
—	—	1+	—	—	—	—	1+	2	—	—	—	—	—	—	2	—	3	1+	3-	2	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2+	—	—	—
—	—	—	3	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1+	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	1+	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1+	1+	—	—	1+	1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

lich (nur gemäht). Die Feuchtigkeit war etwa 6—7. Das Bodenprofil war folgendes:

0—25 cm gut vermoderter Seggentorf.  
25— » Lehm.

Die Bodenproben wurden der beiden Schichten entnommen. Analysen (Analysator A. ZILLIACUS):

Probe	Bodenart	Tiefe	Org. Subst.	CaO gef. ber.	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
IIa	Torf	5—10 cm	40,43	0,66 1,63	0,10	0,02	0,28	0,16	0,08	5,6
IIb	Lehm	50—60 »		0,13	0,07	0,03	0,05	0,17		5,9

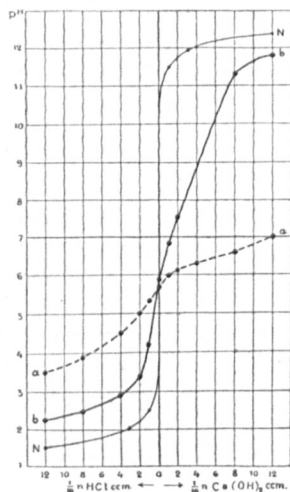


Fig. 3.

Bodenart	Tiefe	N	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	p <sup>H</sup>
Torf	0—20 cm	1,42	0,46	0,53	0,12	0,02	0,07	0,06	0,27	4,9
Lehm	30—50 »			0,15	0,14	0,14	0,04	0,15	0,45	4,1

### Deschampsia-Wiesen.

In noch höherem Grade als die eben besprochenen *Carex-Agrostis*-Wiesen sind die *Deschampsia*-Wiesen Kulturprodukte. Sie besiedeln nämlich in der Regel so trockene Standorte, dass dort nicht nur Weidengesträuch sondern auch Wald, vielleicht am ehesten Erlen- und Birkenwald gedeihen könnte. Auf unberührtem Boden nehmen sie also etwas höhere Teile der Wiese ein. Die meisten *Deschampsia*-Wiesen des Gebietes sind aber auch in der Hinsicht Kulturprodukte, dass sie nach Drainierung ebener Wiesenareale, bisweilen sogar nach oberflächlichem Pflügen, entstanden sind. In der Mitte des Wiesengebietes, östlich von der Landstrasse findet man ausgedehnte Areale, die durch alte, im Verwachsen sich befindende Gräben durchquert sind.

Die von der Kultur am wenigsten berührten dieser Wiesen sind Alluvialwiesen den Flüssen entlang. Wie schon früher gesagt, erhebt sich der Boden etwas gegen das Flussufer, was eine Folge der jährlich stattfindenden Sedi-

mentierung ist. Die *Deschampsia caespitosa*-Wiesen sind hier sehr krautreich und zwar haben die *Trollius*-Wiesen, die mit ebenso gutem Rechte zu den Krautwiesen gezählt werden könnten, ihren gegebenen Wuchsplatz dem oberen Flusslauf entlang, etwa von der Landstrasse anfangend. Von hier aus können sie hier und da auf trocknerem Boden etwas gegen die Mitte des Wiesengebiets vordringen.

Die *Trollius*-Wiesen dieser Gegend stellen eine gut zu unterscheidene Soziation dar, wo zahlreiche Konstanten sowohl in der Feld- als der Bodenschicht zu verzeichnen sind. Die N:o 1—10 in der Tabelle IV geben einige Beispiele ab. *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia caespitosa* und *Festuca ovina* scheinen unter den Gräsern Konstante zu sein. Häufig treten ausserdem *Agrostis capillaris*, *Deschampsia flexuosa* und *Luzula multiflora* auf. Unter den Kräutern fand ich konstant *Achillea millefolium*, *Hieracium umbellatum*, *Lathyrus palustris*, *Ranunculus acris* und *Trollius europaeus*. *Cirsium heterophyllum*, *Rumex acetosa*, *Stellaria graminea* und *Vicia cracca* sind sehr häufig. In der Bodenschicht spielen *Hylocomium parietinum* und *Polytrichum gracile* die Rolle von Konstanten. *Aulacomnium palustre* wurde beinahe überall verzeichnet. Man hat also bei einer totalen Artenzahl von etwa 33 Arten nicht weniger als 10 Konstanten. Einige von diesen (z. B. *Lathyrus palustris*) dürften aber mit Sicherheit nur Lokalkonstante sein.<sup>1)</sup>

Dieser sehr einheitlichen Pflanzengesellschaft entspricht ein ausserordentlich gleichmässiger Standort. Der Boden ist wenigstens bis 30—40 cm Tiefe humusreich, und mehr oder weniger humushaltige Schichten folgen im Profil aufeinander. Der Mineralboden besteht aus sehr feinem Schwemmsand. In Bezug auf die Reaktion weisen sämtliche innerhalb der untersuchten Vegetationsflächen genommenen 21 Proben eine überraschend grosse Übereinstimmung auf. Sie lagen alle zwischen  $p^H$  4,8—5,1. Die Feuchtigkeit wurde auf etwa 5 geschätzt.

Im Gegensatz zu den *Trollius*-Wiesen sind die übrigen mehr oder weniger krautreichen *Deschampsia caespitosa*-Wiesen unter sich sehr verschiedenartig, was schon durch die ungleich starke Kulturbeeinflussung bedingt wird. Mit den *Trollius*-Wiesen scheinen sie als Konstante nur *Deschampsia caespitosa* und *Ranunculus acris* gemeinsam zu haben. Hinzu kommt noch *Rumex acetosa* sowie entweder *Agrostis canina* oder *capillaris* und die häufige Art

<sup>1)</sup> In CAJANDERS *Trollieta* aus den Alluvionen der Torneå- und Kemi-Flusstäler, die jedoch ziemlich heterogen und in verschiedenem Grade kulturbeeinflusst sind, treten folgende Arten als Konstanten auf: *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia caespitosa*, *Festuca ovina*, *Ranunculus acris* und *Trollius europaeus*. Da sie auch in meinen Aufzeichnungen regelmässig vertreten sind, dürften sie die generellen Konstanten dieser Soziation darstellen.

Tabelle IV

Tagebuchsnummer	1	4	7	34	40	37	10	175	25	142	102	28	99	136	93
p <sup>H</sup> { a-Probe	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	4,7	4,8	5,0	5,0	5,3	5,6	5,6	6,4
b    »	4,8	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	4,9	4,9	5,1	5,3	5,3	5,6	5,8	6,5
c    »	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,5	5,3	5,6	5,7	6,0	6,5
Feldschicht:															
Gräser:															
<i>Agrostis canina</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	3+	3	2	1+
» <i>capillaris</i> .....	—	—	—	1	2	1+	—	3	—	3+	—	—	—	—	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....	2	1+	1+	2-	1+	1+	2	1+	—	—	—	—	—	—	2
<i>Calamagrostis neglecta</i> ...	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	1	—	—	—	1	—
<i>Carex canescens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	1	—	—
» <i>Goodenowii</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2+	1	—	—	—	2	—	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	2+	3	4	4	3+	4	3	4+	5	5	5	5	4	5	4
» <i>flexuosa</i> ...	1+	—	—	1+	2+	1+	2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eriophorum polystachium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Festuca ovina</i> .....	3+	3	3	2+	1+	3	3	—	—	—	—	—	1	—	2
» <i>rubra</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1+	—	1+
<i>Luzula multiflora</i> .....	—	1	1+	1	1+	—	2+	1	—	—	—	—	1+	1	1+
<i>Phleum pratense</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Poa pratensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	1+	1+	—	2	—	—
Kräuter:															
<i>Achillea millefolium</i> ....	2+	1+	1+	2	2	2	1+	2	—	1	—	—	2+	1	—
<i>Angelica silvestris</i> .....	1	—	—	1	1	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—
<i>Caltha palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Campanula rotundifolia</i> .....	1+	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cerastium caespitosum</i> ...	1	—	1	—	1	—	—	1	—	1	1+	—	1	—	1
<i>Cirsium heterophyllum</i> ...	3	3	1	1	—	1+	1	—	—	—	—	—	1	—	—
» <i>palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Comarum palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	3	—	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	—	3	—	3+
<i>Galium palustre</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>uliginosum</i> .....	—	—	—	—	—	1	—	—	2	2	2+	—	2+	2	1
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
<i>Hieracium umbellatum</i> ...	1	1+	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lathyrus palustris</i> .....	1	3	2	2+	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Petasites frigidus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1+	3+	1	—	—	—
<i>Polygonum viviparum</i> ...	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	3	—	—
<i>Pyrola rotundifolia</i> .....	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus acris</i> .....	2	2	2	2	1+	2	2	2	2	3	1+	2	2+	2	3
» <i>auricomus</i> .....	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	1+	—	—	—	2
» <i>repens</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Rhinanthus minor</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—
<i>Rubus arcticus</i> .....	1+	—	1	1	—	1	—	—	—	1+	3	—	—	—	2
<i>Rumex acetosa</i> .....	—	—	1	1	2	2	1	1	1	3	2	1	3	1+	3



	1	4	7	34	40	37	10	175	25	142	102	28	99	136	93
<i>Stellaria graminea</i> .....	1+	1	1	1+	2	1	—	—	—	—	—	—	1+	—	—
» <i>palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Taraxacum officinale</i> ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Thalictrum flavum</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trientalis europaea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Trifolium pratense</i> .....	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
» <i>repens</i> .....	—	1	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trollius europaeus</i> .....	4	4	3+	3+	4	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Vicia cracca</i> .....	2	1	1	1	2	1+	—	4	—	—	—	—	—	—	3
<i>Viola palustris</i> .....	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2	1+	—	1+	—
Bodenschicht.															
Moose:															
<i>Amblystegium exannulat.</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aulacomnium palustre</i> ...	1+	2	—	2	3	3	2	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i>	3	1+	3	3	3	1+	3+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypnum trichoides</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Hypna</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	1+	—	—	—	—	—
<i>Polytrichum gracile</i> .....	1+	2	2	1	1+	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—
Flechten:															
<i>Peltidea aphtosa</i> .....	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Peltigera canina</i> .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—

*Galium uliginosum*. Die übrigen Kräuter wie *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Petasites frigidus*, *Polygonum viviparum*, *Rubus arcticus* und *Vicia cracca* treten sehr unregelmässig, aber gelegentlich in grosser Abundanz auf.

In Bezug auf die Reaktion haben die untersuchten *Deschampsia caespitosa*-Wiesen eine weite Amplitude etwa  $p^H$  4,8—6,5. Irgendwelche Relationen zwischen der Reaktion und der floristischen Zusammensetzung können nicht beobachtet werden. Bemerkenswert ist, dass das stark kalkbegünstigte Moos *Hypnum trichoides* in der Bodenschicht dieser Wiesen bei  $p^H$  5,8 vorkommen kann. Der unterliegende glaziale Ton ( $p^H$  6,7) enthielt keine grösseren Mengen leichtlöslichen CaO als gewöhnlich, nämlich 0,296 Proz.

#### Salix-Betula-Gebüsch.

Von den Weiden-Birken-Gebüsch, die so häufig mit den *Carex-Agrostis*-Wiesen abwechseln und dem ganzen Gelände ihr Gepräge aufdrücken, habe ich nur drei in bezug auf den Standort untersucht (Tabelle V). Sie sind alle zum krautreichen Typus zu zählen, wenn auch ihre floristische Zusammensetzung sonst wenig Übereinstimmung zeigt.

Tabelle V

Tagebuchsnummer	115	145	139	163
$p^H$ { a-Probe	4,3	4,7	5,6	3,8
b »	4,5	4,8	5,6	3,9
c »	4,6	4,9	5,7	4,1
Niedere Baumschicht:				
<i>Alnus incana</i> .....	—	—	—	2
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	3+
Gebüschschicht:				
<i>Alnus incana</i> .....	—	—	—	1+
<i>Betula pubescens</i> .....	3	3	3	1
<i>Salix pentandra</i> .....	—	2	2	—
» <i>phylicifolia</i> .....	3	3	4	2+
Feldschicht.				
Holzgewächse:				
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	1+	—
<i>Juniperus communis</i> .....	1	—	—	—
<i>Ribes rubrum</i> .....	—	1+	—	1
<i>Salix phylicifolia</i> .....	1	—	1	—
Gräser:				
<i>Agrostis canina</i> .....	—	—	1+	1+
» <i>capillaris</i> .....	3+	—	—	—
<i>Calamagrostis purpurea</i> .....	—	—	—	4+
<i>Carex Goodenowii</i> .....	2	—	—	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> .....	1	1+	2	2
<i>Festuca rubra</i> .....	—	—	3+	—
<i>Phragmites communis</i> .....	2+	—	—	—
Sterile Gräser.....	—	1+	—	—
Kräuter:				
<i>Angelica silvestris</i> .....	—	1	—	—
<i>Cerastium caespitosum</i> .....	—	—	1	—
<i>Chamaenerion angustifolium</i> .....	—	2+	—	—
<i>Cirsium palustre</i> .....	—	—	1	—
<i>Comarum palustre</i> .....	—	2	—	2
<i>Coralliorrhiza innata</i> .....	—	—	1	—
<i>Cornus suecica</i> .....	2+	—	—	4
<i>Epilobium palustre</i> .....	—	—	1	—
<i>Filipendula ulmaria</i> .....	—	4	1	—
<i>Hieracium umbellatum</i> .....	1	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	1+	1+	—	—
<i>Pedicularis sceptrum carolinum</i> .....	—	—	1+	—
<i>Petasites frigidus</i> .....	—	4+	—	—

	115	145	139	163
<i>Peucedanum palustre</i> .....	1	—	—	—
<i>Polystichum spinulosum</i> .....	—	—	—	1
<i>Pyrola rotundifolia</i> .....	—	—	4	—
<i>Ranunculus repens</i> .....	—	2	—	—
<i>Rubus arcticus</i> .....	3+	3+	2	—
<i>Rumex acetosa</i> .....	—	1	2+	—
<i>Trientalis europaea</i> .....	2+	2	—	2
<i>Valeriana officinalis</i> .....	—	1+	1	—
<i>Viola palustris</i> .....	—	2	—	—
Bodenschicht.				
Moose:				
<i>Aulacomnium palustre</i> .....	2	—	—	—
<i>Dicranum palustre</i> .....	1+	—	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i> .....	1+	—	—	—
<i>Hypnum trichoides</i> .....	—	—	1	—
<i>Hypna</i> .....	—	—	1	—
<i>Sphagnum squarrosum</i> .....	—	—	—	1+
Flechten:				
<i>Cladonia</i> sp. ....	1	—	—	—

Die Reaktion wies auch ziemlich grosse Unterschiede auf: von etwa  $p^H$  4,5—5,6. Schon diese wenigen Bestimmungen lassen uns also vermuten, dass auch die *Salix-Betula*-Gebüsche dieser Gegend eine weite Amplitude besitzen. Natürlich lässt sich auf Grund von ein paar Bestimmungen nichts über die Abhängigkeit der floristischen Zusammensetzung von der Reaktion sagen. Alle drei waren verhältnismässig artenreich. Nach meinen Aufzeichnungen kommt aber *Pedicularis sceptrum carolinum* nur in der Nähe des Gebüsches vor, wo die Reaktion am wenigsten sauer war. Auch *Orchis incarnatus* wurde hier gefunden. Bemerkenswert ist, dass das Gebüsch N:o 145 so üppig ausgebildet war, trotzdem schon in 35 cm Tiefe ein extrem saurer Litorina-Ton ( $p^H$  2,2) folgte, der gerade stark giftig wirken muss. Die Wurzeln der Pflanzen sind, soviel ich sehen konnte, nicht in den Ton eingedrungen, sondern hielten sich an die weniger saure Torfschicht.

Auf etwas höher gelegenen, älteren Böden, hauptsächlich in der Nähe von den Sandrücken oder auf diesen findet man *Alnus incana-Betula*-Wälder, die oft reich an *Cornus suecica* sind. Ein Beispiel wird in der Tabelle V, N:o 163 gegeben. Hier hatte sich die humöse, torfartige Oberschicht in sehr saurer Richtung entwickelt ( $p^H$  etwa 3,9). Ob dies eine allgemeine Erscheinung ist vermag ich nicht zu sagen.

Zu der ältesten Vegetation des Gebietes gehören auch die wenig verbreiteten Moore um den kleinen See Lintulampi herum oder sonst in der Nähe von Vesikari. Meine zwei Beispiele sind *Oxycoccus*-reiche *Sphagnum*-Seggenmoore. Es wurden verzeichnet:

N:o 160 (Tabelle II). Feldschicht. Zwergsträucher: *Oxycoccus quadripetalus* 4+, *Empetrum nigrum* (auf Bülden) 3+. *Salix myrtilloides* 3, *Betula pubescens* 1+, *S. phyllifolia* 1. Gräser: *Carex aquatilis* 3, *Eriophorum vaginatum* 3, *Agrostis canina* 1, *Calamagrostis purpurea* 1. Kräuter: *Comarum palustre* 2+, *Equisetum limosum* 1. Bodenschicht: *Sphagnum amblyphyllum* 5, *Aulacomnium palustre* 1+.

N:o 190. Feldschicht. Zwergsträucher: *Oxycoccus quadripetalus* 5, *Betula pubescens* 1. Gräser: *Carex aquatilis* 4, *C. limosa* 2, *Eriophorum vaginatum* 2, *Agrostis canina* 1+. Kräuter: *Comarum palustre* 3+. Bodenschicht: *Sphagnum apiculatum* u. *fimbriatum* (zusammen) 5, *Polytrichum* sp. 1+.

Die Reaktion im ersten Moore war  $p^H$  4,5—4,9, in dem zweiten  $p^H$  4,3—4,6.

### Saline Wiesen.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist die Vegetation der niederen und jüngeren Wiesen, die im Westen vorherrschen, mehr kolonienartig und wenig stabil. Dies geht auch aus den Vegetationsbeschreibungen von LEIVISKÄ hervor, welche sich auf die nahe an der Küste liegenden Teile des Gebietes beschränken. Bald tritt die eine, bald die andere Art als tonangebend auf, bisweilen reine, bisweilen gemischte aber gewöhnlich artenarme, oft ausserordentlich umfangreiche Bestände bildend. Der Boden ist gewöhnlich Lehm, wenigstens periodisch reichlich nass und wird bei Hochwasser vom Meere überschwemmt. Er ist auch mehr oder weniger durch Salze imprägniert, so dass die Vegetation häufig eine Art von Salzwiese darstellt. In der Tabelle VI sind einige solche Beispiele zusammengestellt, die als *Calamagrostis neglecta*- (N:o 82 u. 184), *Eriophorum polystachium*- (N:o 196), *Carex kattegatensis*- (N:o 181), *C. aquatilis*- (N:o 76—90) oder *Phragmites*-Wiesen (N:o 89 u. 187) bezeichnet werden können. Sämtliche ausser der letzten *Phragmites*-Wiese (N:o 187), die auf einem niedrigen, ausgelaugten Sandrücken am Strande lag, hatten stark saure Reaktionen,  $p^H$  meist 4,0—4,8, die ohne Zweifel durch die Alaunsalze bedingt wird. In den gänzlich vegetationslosen bzw. nur von *Spergularia salina* besiedelten Salzflecken ist die Reaktion natürlich noch saurer. So wurde in einer *Spergularia*-Kolonie  $p^H$  3,5 gefunden.

In diesem Zusammenhange seien einige weitere Beobachtungen über Salzböden und ihre Vegetation erwähnt. An der Küste des Bottnischen Meerbusens weit südlicher in Luvia, südlich von der Stadt Björneborg, habe ich weite Salzgebiete gesehen. Wo der Boden aus Sand bestand, fand ich in den

Tabelle VI

Tagebuchsnummer	82	184	196	181	76	193	90	89	187
p <sup>H</sup> { a-Probe	4,0	4,2	4,1	3,8	4,2	4,6	4,8	4,7	5,4
b »	4,2	4,3	4,2	4,4	4,4	4,7	4,8	4,7	5,4
c »	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,8	4,9	4,7	5,5
Feldschicht.									
Gräser:									
<i>Agrostis canina</i> .....	—	—	—	—	—	3	—	—	3+
» <i>stolonifera</i> .....	—	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Calamagrostis neglecta</i> .....	5	4+	1+	3+	1	—	1+	—	2
<i>Carex aquatilis</i> .....	—	—	—	—	5	5	4	—	—
» <i>glareosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	—
» <i>Goodenowii</i> .....	—	—	—	—	—	—	3	—	—
» <i>kattegatensis</i> .....	—	—	—	4+	—	—	—	—	—
<i>Eriophorum polystachium</i> .....	—	3+	5	—	1+	—	—	—	—
<i>Festuca rubra</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	3+	1
<i>Juncus Gerardi</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	3
<i>Phragmites communis</i> .....	—	—	—	—	—	1	—	3+	5
Kräuter:									
<i>Calla palustris</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Cardamine pratensis</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Comarum palustre</i> .....	—	—	—	—	—	1+	—	—	—
<i>Equisetum limosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Galium palustre</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Hippuris vulgaris</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> .....	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Pedicularis palustris</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Plantago maritima</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Triglochin maritimum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Bodenschicht.									
Moose:									
<i>Amblystegium exannulatum</i> ...	—	—	—	—	—	1+	2	—	—

vegetationslosen oder *Spergularia* tragenden Salzflecken p<sup>H</sup> 4,0 in den Flecken auf Bröckelton mit 10 cm Torf aber nur p<sup>H</sup> 3,1. Diese wurden von einer reinen, dichten *Eriophorum polystachium*-Wiese mit etwas *Amblystegium exannulatum* in der Bodenschicht scharf umgrenzt. Die Reaktion war hier im Torfe bei 5 cm p<sup>H</sup> 3,7, im Bröckelton bei 40 cm 3,3. Die sauersten Böden habe ich jedoch in mächtigeren Salz-Torfböden gefunden und zwar an entblößten Stellen, wo durch die reichliche Wasserzufuhr von unten und die starke Abdunstung saure Substanzen an der Oberfläche in extremen Konzentrationen angehäuft werden können. So fand ich in Muhos, Määttä p<sup>H</sup> 2,8 mit *Dicra-*

*nella cerviculata* (det. BROTHÉRUS) als einzige Pflanze und in Borgå, Kullo  $p^H$  1,3—1,8, die niedrigsten in Finnland gefundenen Zahlen. Der Torf hatte einen deutlich sauren Geschmack und war selbstverständlich vegetationslos.

### Zusammenfassung.

Wenn man von den Unterschieden in der Pflanzendecke absieht, die auf den Wiesen von Limingo durch den Menschen, durch Roden, Drainierung und Mähen hervorgerufen sind, so muss man ohne Zweifel die topografischen und damit zusammenhängenden Feuchtigkeitsverhältnisse als die, für die Wiesenvegetation bedeutungsvollsten ansehen. Hierzu kommt noch als lokaler Faktor der Salzgehalt des Bodens. Die Bodenreaktion dagegen, welche doch grosse Schwankungen aufweist, scheint weniger auf die Pflanzendecke zu wirken, es sei denn, dass sie mit den extrem sauren Reaktionszahlen der Alaunböden sich geltend macht.

In der Wasservegetation der Küste macht sich der geringe Salzgehalt des Meereswassers bemerkbar: Süßwasserpflanzen wie *Scirpus palustris*, *Cicuta virosa*, *Alisma plantago*, *Subularia aquatica*, *Elatine hydropiper*, *Amblystegia* u. s. w. sind nicht nur an den Flussmündungen, sondern auch weiter von ihnen entfernt häufig. Hier in der Nähe der Strandlinie ist die Reaktion auch im Boden annähernd neutral wie im Meereswasser.

Etwas höher in der litoralen Zone, die dann und wann vom Hochwasser überflutet wird, richten sich die bestandesbildenden Arten im grossen ganzen nach der Höhe ü. d. M. Es folgen, wie LEIVISKÄ (1908 besonders S. 152—155) beschrieben hat: *Scirpus palustris* und *uniglumis*, dann vikariierend *Agrostis stolonifera*, *Carex aquatilis*, *C. norvegica* oder *C. kattegatensis*. Etwas höher haben *Calamagrostis neglecta* und *Juncus Gerardi* ihre optimalen Wuchsplätze und wechseln oft mit *Eriophorum polystachium* ab. Auch *Carex maritima* und *kattegatensis* gehören zu dieser Zone. Noch höher sind bisweilen *Festuca rubra* und *Carex glareosa* tonangebend; dann folgen die *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen. *Phragmites communis* gedeiht in sämtlichen Zonen gleich gut. Diese sonst an den Küsten so regelmässigen Gürtel sind im Wiesengebiet von Limingo der Flachheit wegen weniger deutlich. Die Bestände können durch einander oder gemischt vorkommen, bisweilen sich nach der Topographie oder den Bodenarten richtend, bisweilen anscheinend vollkommen regellos. In diesen von verschiedenen Gräsern (*Phragmites*, *Calamagrostis neglecta*, *Eriophorum polystachium*, *Carex aquatilis* u. *kattegatensis*) beherrschten, kolonienartigen Vegetationen war der Boden in der Regel stark sauer,  $p^H$  3,8—4,8. Bei den Überschwemmungen muss wenigstens oberflächlich Neutralisation durch das Meereswasser stattfinden, aber je höher man kommt, desto mehr hervortretend wird diese, durch Alaunsalze bedingte saure Reak-

tion, um in den oberen Teilen des Litorals zu kulminieren. Die Wirkung der Höhen- und Feuchtigkeitsverhältnisse auf die Vegetation wird hier noch durch die saure Reaktion vergrössert. In den seichten, nassen, bzw. gelegentlich ganz mit Wasser gefüllten Vertiefungen werden saure Alaunsalze angehäuft, die beim Eintrocknen des Wassers Salzausblühungen und extrem saure Reaktion (bis  $p^H$  3,5) verursachen. Solche Salzflecken werden vegetationslos oder beherbergen hier und da einzelne *Spergularia salina*-Kolonien. Um die Flecken gruppieren sich Kolonien von verschiedenen salinen Pflanzen: *Carex maritima* und *kattegatensis*, *Juncus Gerardi*, *Scirpus uniglumis*, ausserdem oft kleinwüchsige, blaugrüne *Phragmites*. Nur in den etwas höheren Teilen, Hügeln und Strängen, ist durch Auslaugung eine weniger saure Reaktion entstanden und hier können mehrere Arten, unter ihnen auch Kräuter, geeignete Standorte finden.

Die Grenze der, vom Meereswasser bisweilen überschwemmten litoralen Zone dürfte etwas über der 2 m Linie auf der Karte (S. 19) liegen. Sie ist in dieser Gegend im allgemeinen nicht scharf markiert, sondern überschwemmte Gebiete können weit in das Land zwischen nicht überschwemmten eindringen. Das allgemeine Auftreten von Weidengebüsch und die beginnende Torfbildung geben ihre ungefähre Lage an. Der Boden und die Vegetation verändern sich nach und nach. Die *Carex-Agrostis*-Wiesen kommen zu stande. Sie sind erst artenarm und die im Litoral vorherrschenden Gräser: *Carex aquatilis*, *Eriophorum polystachium* und *Calamagrostis neglecta* spielen noch eine grosse Rolle. Aber *Carex Goodenowii* und *Agrostis canina* sind tonangebend geworden. Die Torfbildung ist im Gange und der Boden wird mehr und mehr ausgelaugt. Die Reaktion ist noch überwiegend stark sauer, etwa  $p^H$  4,6—5,2.

Man kann behaupten, dass die Vegetation östlich von der Landstrasse, 3—4 m ü. d. M., also auf 300—400 Jahre altem Boden, zu einem gewissen Gleichgewicht gekommen ist. Die einigermassen natürlichen Wiesen, die hier mit Weidengebüsch abwechseln, sind meist ziemlich krautreiche *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen, auf drainierten oder sonst trocknerem Boden *Deschampsia caespitosa*-Wiesen. Ob der Mineralboden Sand, Lehm, leichter Litorina-Ton oder schwerer Glazialton ist, hat weniger zu bedeuten. Die Torfschicht, die sich in einer Mächtigkeit von 20—35 cm gebildet hat, wirkt ausgleichend auf die Standorte. Aus den Formeln in der Tabelle II (S. 30) geht hervor, dass es ein sehr homogener *Cyperacé*-Torf ist, reich an Rhizomen, aber arm an Holzresten, meist mässig oder schwach vermodert. Nichts desto weniger kann seine Reaktion sehr variieren von  $p^H$  3,8—6,2. Die stark sauren Torfe können zwar durch mikrobiologische, azidogene Torfbildungsprozesse entstehen, die Hauptursache ist jedoch hier die, dass die Bodenflüssigkeit immernoch stellenweise reich an sauren Alaunsalzen ist, die im Mineralboden,



hauptsächlich in den leichten Litorina-Tonen zurückgeblieben sind und diesem eine viel saurere Reaktion als die des Torfes verleihen. Dagegen ist der Torf, der auf neutralem, glazialem Ton entsteht, wie gewöhnlich verhältnismässig schwach sauer.<sup>1)</sup> Wir finden also, dass der Torf sowohl saurer als auch bedeutend weniger sauer als der Mineralboden sein kann. Die Verschiedenheiten in der Reaktion des Substrates bedeuten für die *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen verhältnismässig wenig. Jedoch treten die krautreichen Varianten hauptsächlich auf weniger sauren ( $p^H > 5$ ) Torf auf. Ein Tendenz ist auch in der Richtung zu spüren, dass die Wiesen der saureren Böden etwas artenärmer werden.

Weidengebüsche können auch auf sehr verschieden sauren Böden gedeihen.

Nur in einem Falle wurde der Boden einer krautreichen *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiese näher untersucht. Der CaO-Gehalt war im Torfe ziemlich bedeutend (gef. 0,88, auf die organische Substanz + CaO berechnet 1,63 Proz.), was auf eine starke Speicherung von Seiten der Vegetation deutet, da der Lehm-Mineralboden mit 0,13 Proz. CaO nicht ungewöhnlich kalkreich war. Die MgO- und  $P_2O_5$ -Beträge waren günstig,  $Na_2O$  war reichlich vorhanden,  $K_2O$  dagegen sehr knapp. Die Reaktion im Torfe,  $p^H$  5,6 war wie gewöhnlich stabil, die im unterliegenden Lehm (5,9) ziemlich nachgiebig. Im Torfe wurde eine gute Stickstoffbindung konstatiert. Man kann also behaupten, dass die Standortsverhältnisse, wenn man von der zu grossen Feuchtigkeit absieht, für die meisten Pflanzen relativ günstig sind.

Viel mehr als die Bodenart und die Reaktion wirkt auch in diesen oberen Teilen der Wiese die Topographie und die Feuchtigkeit auf die Vegetation ein. In etwas niederen Flecken herrschen noch *Carex aquatilis*-, *Eriophorum polystachium*- oder gemischte *Cyperacé*-Wiesen oft mit *Agrostis canina* zusammen. Weil mit dem Wasser hier saure Alaunsalze angereichert werden, ist die Reaktion meist stark sauer.

Andererseits tragen auch die etwas höheren, trockneren Partien eine abweichende Vegetation. Hier ist gewöhnlich ein junger Mullboden vorhanden und die *Deschampsia caespitosa*-Wiesen, welche in den drainierten Teilen der Wiese ihre hauptsächliche Ausbreitung haben, finden hier ihre natürlichen Standorte. Die Reaktion dieser Wiesen kann zwischen  $p^H$  4,8—6,5 liegen. Sie sind oft krautreich. Sehr spezialisierte Wuchsplätze haben die *Trollius*-Wiesen, die auf den, im Sommer gewöhnlich weniger feuchten Schwemmböden in der Nähe des Flusses vorkommen und regelmässig eine Reaktion von  $p^H$  4,8—5,1 aufweisen.

<sup>1)</sup> Ein solcher Torf mit  $p^H$  5,6—6,2 kann als »Kalkstandort« z. B. für *Orchis incarnatus* und *Hypnum trichoides* genügen.



## Vergleich der untersuchten Wiesen.

Die beiden Wiesengebiete, aus welchen Beobachtungen vorliegen, gehören zu den weitesten in Finnland. Sie sind in vieler Hinsicht verschieden. Erstens ist an die geographische Lage zu denken. Das eine Gebiet liegt in der Nähe der Südküste Finnlands bei etwa  $60,5^\circ$ , das andere im nördlichen Finnland an der Küste des Bottnischen Meerbusens bei  $65^\circ$  nördlicher Breite. Der Boden ist im ersteren alt, aus einheitlichem, schwerem, neutralem Ton aufgebaut, im letzteren vor nicht langer Zeit aus dem Meere gestiegen und aus sehr verschiedenen Bodenarten zusammengesetzt. In beiden Gebieten ist auf den Mineralböden eine dünnere oder dickere Schicht von *Cyperacé*-Torf ausgebildet. Im östlichen Nyland (Elimä) war der Torf nur schwach sauer ( $p^H$  5,8—6,3), in Limingo variierte die Reaktion sehr erheblich ( $p^H$  3,8—6,2). Die Feuchtigkeitsverhältnisse scheinen dagegen in beiden Gebieten gleichartig zu sein: häufige Überschwemmungen im Frühling und hoch stehendes Grundwasser.

Hiermit hängt sicher zusammen, dass die dominierende, einigermaßen natürliche Vegetation derselben Assoziation vielleicht sogar derselben Soziation angehört. Sie wird in beiden Gebieten aus *Carex Goodenowii*—*Agrostis canina*-Wiesen gebildet. Ein Vergleich der in den Tabellen I S. 9 und III S. 38 enthaltenen Vegetationsaufnahmen zeigt uns praktisch als Konstanten: *Agrostis canina*, *Carex Goodenowii* und *Comarum palustre*. In beiden treten ausserdem *Carex canescens*, *Eriophorum polystachium* und *Caltha palustris* sehr häufig auf. Aber wir finden, soweit die wenigen Aufzeichnungen reichen, auch floristische Unterschiede. Während nur zwei von den typischen Arten der Assoziation, *Galium palustre* und *Viola palustris*, im Süden etwas häufiger in den Aufnahmen wiederzukehren scheinen, gibt es eine grosse Anzahl von Arten, die auf den Wiesen von Limingo verhältnismässig häufig oder in grosser Abundanz auftreten. Es seien beispielsweise folgende erwähnt: *Festuca rubra*, *Epilobium palustre*, *Galium uliginosum*, *Lathyrus palustris*, *Polygonum viviparum*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa* und *Vicia cracca*. Die nördlichen Wiesen sind also entschieden reicher, besonders an Kräutern; eine Berechnung der mittleren Artenzahl in den  $4\text{ m}^2$  grossen Probestellen ergibt für die wenigen südlichen Wiesen eine kleinere Summe: 9, für die nördlichen dagegen 12.

Können wir nun diese Unterschiede auf Grund unserer Kenntnisse der edaphischen Standortverhältnisse erklären? In welcher Hinsicht sind vielleicht die ostnyländischen Standorte z. B. in Elimä weniger vorteilhaft als die von Limingo?

Die Reaktion ist in Elimä sehr günstig und erreicht in Limingo nur verhältnismässig selten so hohe Zahlen wie  $p^H$  5,8—6,3. Hier kann also die Ursache nicht stecken. Ebenso wenig geben die Analysen der leichtlöslichen Nährstoffe sichere Anhaltspunkten. Zwar war der CaO-Gehalt im Torfe aus Elimä deutlich kleiner als in Limingo, die  $K_2O$ -Gehalte aber in beiden sehr knapp, die  $P_2O_5$ -Gehalte in beiden hoch, die MgO-Gehalte ziemlich zufriedenstellend. In den Torfen aus Elimä war der N-Gehalt hoch, die einzige Bestimmung aus Limingo gab eine niedrigere Zahl. Die mikrobiologische Untersuchung ergab einen Unterschied insofern, als in den Torfproben aus Elimä keine gute N-bindende Vegetation erhalten wurde, wogegen die einzige untersuchte Probe aus Limingo reichlich N-fixierende Organismen enthielt. Man kann jedoch nicht wagen, viel Gewicht auf diesen Umstand zu legen, da im ostnyländischen Torf sehr wohl N-bindende Organismen vorhanden sein können, die nicht unter den gegebenen Kulturverhältnissen zur Entwicklung gelangen. Darauf deuten ja auch die hohen N-Beträge. Die edaphischen Standortverhältnisse sind also soweit die Untersuchungen ausreichen beiderseits ziemlich günstig gewesen.

Die grössten Unterschiede der beiden Wiesengebiete liegen aber in der geographischen Lage und im Alter der Standorte. Jene kann nicht viel bedeuten, da keine der in diesem Zusammenhang wichtigeren auf S. 53 genannten Arten eine ausgesprochen südliche oder nördliche Verbreitung besitzt. Was der Alter des Standortes und die damit zusammenhängenden Umstände zu bedeuten haben, muss aber hier näher erörtert werden.

Die ostnyländische Tonebene lag nie unter dem Spiegel des Litorina-Meeres, der alte glaziale Süsswasserton reicht bis zur Oberfläche und wird unmittelbar vom Torfe überlagert. Während Jahrtausenden hat die Bodenbildung stattfinden können und als Folge ist die dichte Pecherdeschicht entstanden, wodurch der Untergrund, aus welchem ziemlich bedeutende Nährstoffmengen Ca, Mg, K, sich lösen konnten, von den Rhizosphären der Pflanzen isoliert wurde. Da wegen der planen Lage kein Wasser durch den Torf strömt und die Überschwemmungen wenigstens weiter von den Bächen entfernt nur unbedeutend Schlamm mitbringen, kann leicht eine Verarmung der Torfschichten entstehen, die ausserdem durch die andauernde Beweidung oder durch das Mähen ohne irgendwelche Bodenpflege stark befördert wird. Vielleicht sind die konstatierten geringen CaO- und  $K_2O$ -Beträge ein Zeichen davon. Weiter muss der Konkurrenzkampf zwischen den Arten vor langer Zeit praktisch abgeschlossen sein; nur die Pflanzen, die sich dauernd vertragen

sind erhalten und dies bringt natürlich eine relative Artenarmut mit sich, wie sie überhaupt für ältere Vegetationen im Vergleich mit jüngeren charakteristisch ist. In der Nähe gibt es auch keinen jungen Boden von dessen Pflanzenbestand Arten fortdauernd einwandern könnten.

Anders gestalten sich die Verhältnisse auf den Wiesen von Limingo. Der Boden ist neu, in den oberen Teilen der Wiese 300—700 Jahre alt. Der Mineralboden aus verschiedenen Bodenarten, glazialem Ton und Lehm, Litorina-Ton, Schwemmsand und Schwemmlehm bestehend, ist unverändert und von einer dünnen Torfschicht überlagert. Aus diesen Bodenarten können, wenn sie auch bei der Analyse keine höheren leichtlöslichen Nährstoffmengen geben, genügend Mineralstoffe mit dem Grundwasser den Pflanzen zugeführt werden. Die Ausnutzung durch den Menschen hat noch nicht lange gedauert und den Boden erschöpfen können. Als vielleicht wichtigstes Moment kommt aber hinzu, dass der Konkurrenzkampf zwischen den Arten noch nicht abgeschlossen ist. Mehrere Pflanzen, die auf dem neuen, aus dem Meere gestiegenen Boden einwanderten, sind noch zu finden, und ihre Reihen werden von den jüngeren Böden her fortdauernd rekrutiert. Hierin haben wir meiner Ansicht nach die wichtigsten Ursachen des relativen Artenreichtums zu erblicken. (Vergl. PALMGREN 1925.)

Die Wiesen von Limingo zeigen uns, wie wenig abhängig solche Vegetationstypen von anderen Standortsfaktoren ausser der Feuchtigkeit sein können. Die verschiedenen Mineralböden bedeuten wenig; vielleicht sind die Wiesen auf gröberem Sand etwas artenärmer. Die Reaktion ist innerhalb weiter Grenzen gleichgültig. Ihr einziger, offenkundiger Effekt besteht darin, dass bei stark saurer Reaktion  $p^H < 4,8$  bis 5,0 die meisten Kräuter selten werden oder verschwinden. Innerhalb des Gebietes  $p^H$  etwa 5,0—6,5 aber könnte man mit Hilfe des Pflanzenstockes dieser Wiesen nicht die Bodenreaktion beurteilen, etwa wie OLSEN in Dänemark hat tun können. Die Ursache liegt darin, dass beinahe alle Arten meiner Wiesen entweder ganz indifferent oder azidophob indifferent sind (BRENNER 1931). Erst wenn mehr stenotope Pflanzen in grösserer Menge hinzukommen, kann die Zusammensetzung der Vegetation in gewissem Masse als Indikator für die Bodenreaktion benutzt werden.

Diese Ergebnisse dürfen natürlich nicht so gedeutet werden, dass die Bodenreaktion überhaupt für die Pflanzenverteilung von geringer Bedeutung wäre. Dass sie besonders auf den Wiesen von Limingo so sehr zurücktritt, kann besondere Ursachen haben. Der häufig erhebliche Elektrolytgehalt des Bodens kann auf die H-Ionen antagonistisch entgiftend wirken. Die meisten Wiesen hatten ausserdem Torf als Standboden, und in diesem macht sich die saure Reaktion weniger geltend (vergl. z. B. ODÉN u. LÖDDESÖL 1930). Zur konstatierten Unabhängigkeit der Wiesen von den Standortbedingungen trägt auch mit Sicherheit bei, dass sie nicht in demselben Grade wie z. B. die Moore

natürliche Pflanzengesellschaften sind, weshalb auch von einem definitiven Gleichgewicht mit dem Standorte nicht die Rede sein kann. Ein extremes Beispiel bieten die zwei von der Kultur hervorgerufenen *Nardus*-Wiesen (S. 14 u. 15), die auf sehr verschiedenartigen Standorten, die eine auf feuchtem, kalkreichem, tiefem Niedermoororf, die andere auf trockner, sandiger, schwach humushaltiger Moräne vorkamen.

So müssen wir uns zum Schluss mit dem Hauptergebnis begnügen, dass bei der Verteilung der trivialen Wiesentypen der Feuchtigkeitsfaktor als Erklärungsgrund ausserordentlich über alle anderen hervorragt. Die Reaktion wirkt nur bei starker Azidität dezimierend auf die allgemeinen Kräuter ein. Aus den übrigen Standortsfaktoren sind keine sichere Anhaltspunkte für die Pflanzenverteilung erhalten worden. Es dürfte aber immer seinen Wert haben, festzustellen, wie sie sich in den Wiesengesellschaften der verschiedenen Untersuchungsgebiete gestalten.

## Zitierte Literatur.

- AARNIO, B. (1921): Om alvtyper. Geologiska Kommissionens i Finland Geotekniska meddelanden. N:o 30. Helsingfors.
- (1922): Ueber Salzböden (Alaunböden) des humiden Klimas in Finnland. Internationale Mitteil. f. Bodenkunde. Bd. XII. S. 180.
- BRENNER, WIDAR (1916): Strandzoner i Nylands skärgård. Botaniska Notiser. Lund.
- (1921 a): Växtgeografiska studier i Barösunds skärgård. Acta soc. pro fauna et flora fennica. Bd. 49. Helsingfors.
- (1921 b): Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. Fennia 43, N:o 2. Helsingfors.
- (1930): Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. I. Kalkbegünstigte Moore, Wiesen und Wiesenwälder. Soc. pro fauna et flora fennica. Acta botanica. N:o 7. Helsingforsiae.
- (1931): Über das Verhalten einiger nordischer Pflanzen zur Bodenreaktion. Svensk botanisk tidskrift. Bd. 25. Stockholm.
- CAJANDER, A. K. (1909): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. III. Die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler. Acta soc. scient. fenn. Tom XXXVII. Helsingfors.
- DU RIETZ, G. E. (1930): Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XI, Teil 5.
- FROSTERUS, BENJ. (1914): Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten V. Geologiska Kommissionens i Finland Geotekniska meddelanden. N:o 14. Helsingfors.
- HÄYRÉN, E. (1902): Studier öfver vegetationen på tillandningsområdena i Ekenäs skärgård. Acta Soc. pro fauna et flora fennica. Bd. 23, N:o 6. Helsingfors.
- (1909): Björneborgstraktens vegetation och kärlväxtflora. Ibid. Bd. 32, N:o 1. Helsingfors.
- KOTILAINEN, M. J. (1928): Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des finnischen Moorkulturvereins N:o 7. Helsingfors.
- LEIVISKÄ, I. (1905): Über die Küstenbildungen des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. Fennia 23, N:o 1. Helsingfors.
- (1908): Über die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. Fennia 27 N:o 1. Helsingfors.

- ODÉN, S. u. LÖDDESÖL, A. (1930): Undersökningar över sambandet mellan basmättningsgrad och reaktion hos några jordarter. Meddel. N:o 368 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Avd. f. lantbrukskemi N:o 40. Stockholm.
- OLSEN, C. (1921): Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelingen i Naturen. Medd. Carlsberg Lab. 15. København.
- PALMGREN, A. (1925): Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter sowie der Zufall und die sekuläre Landbehuung als pflanzengeographische Faktoren. Soc. pro fauna et flora fennica. Acta botanica fennica I, N:o 1.
- v. POST, L. (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité international de Pédologie, IV Comm. N:o 22. Helsingfors.
- RAUNKIAER, C. (1922): Forskellige Vegetationstypers forskellige Indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration). Kgl. danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Medd. III, 10. København.
- TERÄSVUORI, K. (1926): Wiesenuntersuchungen I. Annales societatis zoolog-botanicae fennicae Vanamo. Tom. 5, N:o 1. Helsinki.
- (1927): Wiesenuntersuchungen II. Ibid. Tom. 7, N:o 3. Helsinki.
- WARÉN, H. (1924): Untersuchungen über die botanische Entwicklung der Moore mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des finnischen Moorkulturreins N:o 5. Helsingfors.
- WITTING, R. (1918): Havsyttan, geoidytan och landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Nordsjön. Fennia 39, N:o 5. Helsingfors.





HY VIIKIN TIEDEKIRJASTO



1150276409